

1978 ISSN 0017 – 4939

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG
Hannover · Dortmund · Darmstadt · Berlin

Gesamtherstellung: Druckerei Hans Oeding, Braunschweig

Printed in Germany

H 6661 F

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Erste deutschsprachige Zeitschrift für Kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie

Informations- und Zeichentheorie
Sprachkybernetik und Texttheorie
Informationspsychologie
Informationsästhetik
Modelltheorie
Organisationskybernetik
Kybernetikgeschichte
und Philosophie der Kybernetik

Begründet 1960 durch Max Bense, Gerhard Eichhorn und Helmar Frank

Band 19 · Heft 4
Dezember 1978
Kurztitel: GrKG 19/4

INHALT

KYBERNETISCHE FORSCHUNGSBERICHTE

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG

Im Verlaufe der sechziger Jahre gewann im deutschen Sprachraum, insbesondere im Umkreis der „Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft", die Erkenntnis an Boden, daß die eigentliche Triebfeder der Kybernetik das Bedürfnis ist, die Vollbringung auch *geistiger* Arbeit an technische Objekte zu delegieren, kurz: sie zu *objektivieren*, und daß dies nicht ohne eine über die geisteswissenschaftlich-phänomenologische Reflexion hinausgehende wissenschaftliche Anstrengung in vorhersehbarer und reproduzierbarer Weise möglich ist, nämlich nicht ohne eine *Kalkülisierung* geistiger Arbeit. Die Bedeutung der Logistik, der Informationstheorie und der Theorie abstrakter Automaten als mathematische Werkzeuge wird von diesem Gesichtspunkt aus ebenso einsichtig wie der breite Raum, den die Bemühungen um eine Kalkülisierung im Bereich der *Psychologie* und im Bereich der Sprache bzw., allgemeiner, der *Zeichen*, einnahmen.

Die geistige Arbeit, deren Objektivierbarkeit allmählich zum Leitmotiv dieser Zeitschrift wurde, ist nicht jene geistige Arbeit, die sich selbst schon in bewußten Kalkülen vollzieht und deren Objektivierung zu den Anliegen jenes Zweiges der Kybernetik gehört, die heute als Rechnerkunde oder Informatik bezeichnet wird. Vielmehr geht es in dieser Zeitschrift vorrangig darum, die verborgenen Algorithmen hinter jenen geistigen Arbeitsvollzügen aufzudecken oder wenigstens durch eine Folge einfacherer Algorithmen anzunähern und damit immer besser objektivierbar zu machen, welche zur Thematik der bisherigen Geisteswissenschaften gehören. Der größte Bedarf an Objektivation in diesem Bereiche ist inzwischen bei der geistigen Arbeit des *Lehrens* aufgetreten. Mit der Lehrobjektivation stellt diese Zeitschrift ein Problem in den Mittelpunkt, dessen immer bessere Lösung nicht ohne Fortschritte auch bei der Objektivierung im Bereich der Sprachverarbeitung, des Wahrnehmens, Lernens und Problemlösens, der Erzeugung ästhetischer Information und des Organisierens möglich ist. Die Bildungstechnologie als gemeinsamer, sinngebender Bezugspunkt soll künftig auch bei kybernetikgeschichtlichen und philosophischen Beiträgen zu dieser Zeitschrift deutlicher sichtbar werden. (GrKG 13/1, S. 1 f.)

Manuskriptsendungen gemäß unseren Richtlinien auf der dritten Umschlagseite an die Schriftleitung:

Prof. Dr. Helmar Frank
Assessorin Brigitte Frank-Böhringer
(Geschäftsführende Schriftleiterin)
Institut für Kybernetik
Heiersmauer 71, D-4790 Paderborn
Tel.: (0 52 51) 3 20 23 u. 2 14 56

Die GrKG erscheinen in der Regel mit einer Knapptextbeilage in Internationaler Sprache mit dem Titel „Homo kaj Informo".

Anzeigenverwaltung und Vertrieb: Hermann Schroedel Verlag KG, Zeißstraße 10, D-3000 Hannover 81

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je ca. 36 Seiten.
Preis: Einzelheft DM 9,–, Jahresabonnement DM 32,–.
Jeweils zuzüglich Versandspesen. Alle Preise enthalten 6 % MWSt.

Abbestellungen von Jahresabonnements nur bis einen Monat vor Jahresende.

Zur Anwendung des vereinfachten Weltnerschen Rateverfahrens auf die kroatische Sprache

von Vladimir MUŽIĆ, Zagreb
aus der Abteilung für Pädagogik, Philosophische Fakultät, Universität Zagreb

Das ursprünglich von Shannon (1951) entwickelte Verfahren zur Bestimmung der Information von Texten durch Ermittlung der Zahl der Ratefehler bei der zeichenweisen Vorhersage wurde von Weltner (1970) nicht nur neu gedeutet als Verfahren zur Bestimmung der subjektiven Information, sondern zugleich praktikabel gemacht durch zwei Vereinfachungsschritte:

1. Statt die Versuchsperson dadurch zu ermüden, daß sie solange das Folgezeichen raten sollte, bis sie das richtige fand (was im Extremfall bis zu ebensoviel Rateversuche für ein Zeichen erforderlich machen kann, wie der Umfang des Alphabets zuzüglich der Sonderzeichen ausmacht!), braucht bei Weltner die Versuchsperson nur innerhalb eines Verzweigungsbaums die 5 Bit des binären Codeworts des Zeichens zu erraten (was im Extremfall 5 Rateversuche für ein Zeichen erforderlich macht).
2. Bei der nächsten Vereinfachung auf Buchstabenrepertoire (sowie auch auf Silben- bzw. Wörterrepertoire) genügt ein einziger Rateversuch – mißglückt er, dann wird dies als Fehler registriert und der Versuchsperson das richtige Folgezeichen genannt.

Aus dem Versuchsergebnis nach dem Verfahren 1 konnte Weltner aufgrund eines am Shannonschen Ansatz orientierten Modellansatzes eine untere Schranke bzw. einen „wahrscheinlichen Wert" der gesuchten Textinformation errechnen. Dieser korreliert so stark mit der relativen Fehlerzahl C des Verfahrens 2, daß auch aus C auf die Textinformation geschlossen werden kann.

Aus der Mitteilung der empirischen Einzelergebnisse von Weltner (1967) ermittelt Frank (1969, Bd. I, S. 159) folgende für $0{,}1 \leqslant C \leqslant 0{,}5$ verwendbare Näherungsformel für die untere Grenze von H_{sub}, die in einem Teil des kybernetisch-pädagogischen Schrifttums als Formel für einen „wahrscheinlichen Näherungswert" der subjektiven Information verwendet wird:

(1a) $$H_m^{deutsch} = 3{,}9C - 0{,}08$$

oder für die Textinformation eines Textes der Länge N Zeichen, von denen F von einer Versuchsperson nicht sofort richtig geraten wurden:

(1b) $$i_m\,(\text{Text}) = 3{,}9F - 0{,}08N.$$

Später (1970, S. 70) hat Weltner aufgrund einer genaueren Überlegung, welche in Anlehnung an Kolmogorof auch das subjektive Gefühl der Sicherheit der Versuchsperson beim einzelnen Rateversuch einbezieht, eine andere Auswertung der Versuchsergebnisse nach dem Verfahren 1 vorgenommen und durch Eichung des Verfahrens 2 für die deutsche Sprache statt (1a) die Beziehung

(2) $$H^{\text{deutsch}} = 4{,}39C + 0{,}27$$

erhalten. Frank (1977) weist auf Schwierigkeiten hin, diese Formel ohne Zusatzannahmen in die bisherige kybernetisch-pädagogische Theorie einzubeziehen, weswegen z.Z. (1a) und (2) nebeneinander benutzt werden.

Daß die Koeffizienten der Formel sprachabhängig sind, liegt nahe. B.S. Meder (1977, S. 28) erhielt für die Internacia Lingvo statt (1a) die Beziehung

(3) $$H_m^{\text{ILo}} = 4{,}59\,C - 0{,}18,$$

der Verfasser hat (1977, S. 35) statt (2) die Beziehung

(4) $$H^{\text{kroatisch}} = 4{,}84\,C + 0{,}31$$

erhalten.

Es ist möglich, aus diesem Ergebnis eine Beziehung abzuleiten, welche der Beziehung (1a) entspricht. Dazu berücksichtigen wir, daß Weltner für die Ermittlung der Koeffizienten von (2) nach dem Ansatz vorging:

(5) $$H^* = 1/2(p \text{ ld } 1/p + (1-p) \text{ ld } 1/(1-p)) + p$$

wo H^* die subjektive Information pro Bit bezeichnet, wenn der Prozentsatz p der Bit falsch geraten wurde. Es ist also

(6) $$H = 5 \cdot H^*$$

Andererseits wurde für die Eichung der Beziehung (1a) nach Weltner, die aus seinem Modellansatz folgende Gleichung benutzt:

(7) $$H_m^* = 2p.$$

Um also die Gerade (3) zu transformieren in eine für die kroatische Sprache gültige Gerade, welche der Gleichung (1a) entspricht, muß für zwei Punkte C/H das zugehörige Punktepaar C/H_m berechnet werden. Wir machen dies dadurch, daß wir für die Werte $C = 0{,}1$ und $C = 0{,}5$ nach (3) die Werte H ermitteln – es handelt sich beziehentlich um $5 \cdot 0{,}159$ bzw. $5 \cdot 0{,}546$ – also pro Bit um $H^* = 0{,}159$ bzw. $H^* = 0{,}546$ – sodann nach der Vertafelung der Funktion (5) bei Weltner, 1970, S. 159 daraus auf die Fehlerprozentsätze p zurückschließen – man erhält 0,394 bzw. 1,925. Hieraus kann durch einfache Verdoppelung nach (7) auf H_m^* geschlossen werden, also auf die

mittlere subjektive Information pro Bit, also nach (6) durch nochmalige Verfünffachung auf die Information H_m pro Zeichen.

Durch Einsetzung der Wertepaare $(H_{m,i}; C_i) = (0{,}1; 0{,}394)$ bzw. (0,5: 1,925) in die Geradegleichung

(8) $$\frac{H_m - H_{m,O}}{C - C_O} = \frac{H_{m,I} - H_{m,O}}{C_I - C_O}$$

erhalten wir daraus schließlich

(9) $$H_m^{\text{kroatisch}} = 3{,}83\,C + 0{,}01.$$

Der Vergleich mit (1a) zeigt ebenso wie schon der zwischen (3) und (2), daß zwischen der deutschen und der kroatischen Sprache hinsichtlich der Koeffizienten des Weltnerverfahrens nur geringe Unterschiede bestehen – im Gegensatz zur Internacia Lingvo.

Schrifttum

Frank, Helmar: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. 2 Bände, Agis, Baden-Baden, [2]1969

Frank, Helmar: Die Lehrerfolgs- und Zeitbedarfsprognose mit dem β-η-Diagramm. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft. 18/2, 1977, S. 45–56

Meder, Brigitte S.: Zur Bestimmung der im Wortschatz von Esperanto enthaltenen Information. In: G. Lobin und W.D.E. Bink (Hsg.), Kybernetik und Bildung III, Schöningh und Schroedel, Paderborn und Hannover, 1977, S. 26–32

Mužić, Vladimir: Die Anwendung des Rateverfahrens auf die Bestimmung der subjektiven Information von Texten in kroatischer Sprache. In: G. Lobin und W.D.E. Bink (Hsg.), Kybernetik und Bildung III, Schöningh und Schroedel, Paderborn und Hannover, 1977, S. 33–42

Weltner, Klaus: Zur Bestimmung der subjektiven Information durch Ratetests. In: J. Schröder (Red.), Praxis und Perspektiven des Programmierten Unterrichts, Band II. Schnelle, Quickborn, 1967, S. 69–74

Weltner, Klaus: Informationstheorie und Erziehungswissenschaft. Schnelle, Quickborn, 1970

Eingegangen am 16. Oktober 1978

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. V. Mužić, Filozofski fakultet, D. Salaja 3, Yu-41000 Zagreb

Testtheoretische Überlegungen zum Alzudi-Lernmodell

von Dirk SIMONS, St. Ingbert
aus der Fachhochschule des Saarlandes, Abtlg. Wirtschaft

Ein innerhalb der kybernetischen Pädagogik oft benutztes Lernmodell ist das Alzudi-Modell (Frank, 1972). Hiernach wird ein bestimmtes Lehrstoffelement von einem Adressaten bei einmaligem Angebot mit der Wahrscheinlichkeit a vollständig gelernt. Unter weiteren vereinfachenden Voraussetzungen folgt, daß sich die Wahrscheinlichkeit p_n, das Lehrstoffelement nach n-maliger Darbietung gelernt zu haben, berechnet zu

(1) $$p_n = 1 - (1-a)^n.$$

Abschätzungen der Größe a sind deshalb für didaktische und unterrichtsorganisatorische Fragen von größtem Interesse (Hilgers, 1973, 1978). So hängt etwa die „Wiederholungszahl", die Zahl der Darbietungen eines Lehrstoffelementes, die nötig ist, damit ein bestimmter Anteil des Adressatenkollektivs das Element gelernt hat, entscheidend von a ab.

Speziell in dieser Problemsicht ist gerade für die Programmierte Instruktion folgende Frage oft zu beantworten: Wurde die Lernwahrscheinlichkeit a bei der Bestimmung der Wiederholungszahl zu klein angesetzt? Anders ausgedrückt: Sind die Programme für das angesprochene Adressatenkollektiv zu lang? In dieser Arbeit soll diese Frage einmal testtheoretisch genauer analysiert werden.

Für ein Adressatenkollektiv vom Umfang N sei die Lernwahrscheinlichkeit a_o zugrunde gelegt (d.h. jedem Adressaten des Kollektivs komme dieses a_o zu). Die Zahl X der Adressaten, die nach n-maligem Angebot des Elementes gelernt hat, ist dann binominalverteilt

$$P(X=s) = \binom{N}{s} p_n^s \, q_n^{N-s}, \quad p_n = 1-(1-a_o)^n, \quad q_n = 1-p_n$$

Testtheoretisch handelt es sich bei dem angesprochenen Problem um die Gegenüberstellung der beiden Hypothesen

$$H_o:\ a \leqslant a_o$$
$$H_1:\ a > a_o$$

Auf die Hypothese H_1 fällt ein Verdacht, wenn nach n-maligem Angebot die Zahl der Adressaten, die gelernt haben, zu groß ist, etwa größer als c.

Für irgendein c und n ist deshalb die Annahmewahrscheinlichkeit von H_o als Funktion des wahren a

$$L_{c,n}(a) = \sum_{s=o}^{c} \binom{N}{s} p_n^s \, q_n^{N-s}, \quad p_n = 1-(1-a)^n, \quad q_n = 1-p_n$$

Um H_o nicht immer annehmen zu müssen, sei vorausgesetzt, daß $c<N$. Die Testcharakteristik $L_{c,n}(a)$ ist eine monoton fallende Funktion von a. Es ist

$$\frac{d}{dp_n} L_{c,n} = \sum_{s=o}^{c} \binom{N}{s} s \; p_n^{s-1} \, q_n^{N-s} - \sum_{s=o}^{c} \binom{N}{s} p_n^s \, (N-s) \, q_n^{N-s-1} =$$

$$\sum_{s=1}^{c} \frac{N!}{(N-s)!\,(s-1)!} p_n^{s-1} \, q_n^{N-s} - \sum_{s=o}^{c} \frac{N!}{(N-s-1)!\,s!} p_n^s \, q_n^{N-s-1} =$$

$$-\frac{N!}{(N-c-1)!\,c!} p_n^c \, q_n^{N-c-1} < 0$$

Wegen

$$\frac{d}{da} p_n = \frac{d}{da}(1-(1-a)^n) = n(1-a)^{n-1} > o$$

folgt die Monotonie bezüglich a.

Für $a \leqslant a_o$ und festem n, c gilt deshalb

$$P(X>c) = 1 - L_{c,n}(a) \leqslant 1 - L_{c,n}(a_o)$$

Der Fehler 1. Art (H_o abzulehnen, obwohl H_o richtig ist) ist deshalb $1-L_{c,n}(a_o)$. $L_{c,n}(a)$ ist für $a > a_o$ der Fehler 2. Art (H_o anzunehmen, obwohl H_o falsch ist). Ein vernünftiger Test sollte beide Fehler klein zu halten versuchen, d.h., für $a \leqslant a_o$ sollte $L_{c,n}(a)$ groß sein, dann aber möglichst schnell gegen Null fallen (Trennschärfe). Es ist bekannt, daß man nicht beide Fehler unabhängig voneinander klein halten kann, sondern daß sie sich im allgemeinen gegenläufig verhalten. Deshalb ist die Wahl dieser Fehler von den Konsequenzen des Tests her zu machen: Macht man einen Fehler 1. Art, so geht dies zu Lasten der langsamer Lernenden. Ein Fehler 2. Art geht zu Lasten der schneller Lernenden, die dann mit unnötig vielen Wiederholungen konfrontiert werden. Da $L_{c,n}(a)$ die beiden Parameter c und n enthält, kann man versuchen, diese so zu wählen, daß die Testcharakteristik ungefähr durch zwei Punkte verläuft. Man kann dies nur „ungefähr" fordern, da, für festes a, $L_{c,n}(a)$ in Abhängigkeit von c und n nur endlich viele Werte annimmt. Es werde deshalb genauer gefordert, c und n so zu bestimmen, daß gilt

(2) $$\alpha_o \leqslant L_{c,n}(a_o)$$

(3) $$\alpha_1 \geqslant L_{c,n}(a_1)$$

Zusätzlich soll n möglichst klein sein. Einmal, um möglichst schnell eine Entscheidung treffen zu können, und weiter deshalb, weil vom Lehrziel (p_{soll}) her nur wenige Wiederholungen der Lehrstoffelemente vorgesehen zu sein brauchen. Ferner soll c möglichst klein sein, da $L_{c,n}(a)$ monoton mit c wächst, und deshalb die Trennschärfe mit fallendem c steigt. Mit diesen zusätzlichen Forderungen ist $L_{c,n}(a)$ eindeutig festgelegt. Die oft interessierende Größenordnung von N(10–50) macht eine Approximation von $L_{c,n}(a)$ durch bequemere Verteilungen leider nicht möglich, so daß man nur durch langwierige Rechnungen Aussagen erhält. Man erhält z.B. für $N = 10$, $a_o = 0{,}13$, Testsicherheit 90 %, $a_1 = 0{,}2$ (vgl. Bild 1)

α_1	0,8	0,7	0,6	$\leqslant 0{,}5$
c	4	5	9	keine Lösung von (2), (3)
n	2	3	11	

D.h. bei der vorgegebenen Testsicherheit von 90 % ist die Wahrscheinlichkeit, bei einem a von 0,2 H_o nicht ablehnen zu können, immer noch ca. 60 %, und dies nur bei

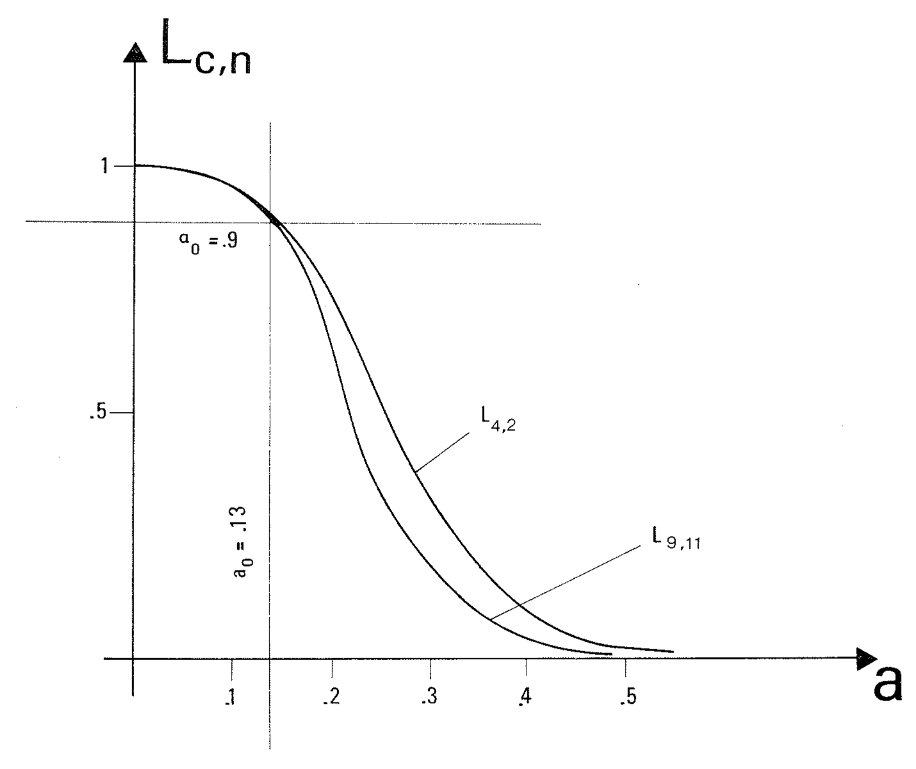


Bild 1 (N = 10)

Verwendung der Charakteristik $L_{9,11}$, was aus vielen Gründen wegen des großen n unpraktisch ist. Eine Verringerung dieser Fehlerwahrscheinlichkeit auf 50 % bei sonst gleichen Werten ist nicht möglich. Fordert man etwa eine Sicherheit von 95 %, so zeigen Rechnungen, daß schon für $\alpha_1 = 0{,}7$ keine Lösung von (2), (3), bei sonst gleichen Werten wie vorher, existiert.

Auf die Lösungsmethode für (2), (3) braucht hier nicht eingegangen zu werden. Es ist in Bild 2 eine Tabelle aufgestellt, die für einige a_o, α_o und a_1 die Testcharakteristik

$a_o = 0{,}13$		$\alpha_o = 0{,}9$			
	$N = 10$	$N = 20$	$N = 10$	$N = 20$	$N = 10$
a_1	.2	.2	.3	.3	.4
α_1	.6	.4	.2	.1	.1
c	9	17	8	11	5
n	11	10	7	4	3
$a_{50\%}$	.22	.18	.23	.19	.23

$a_o = 0{,}13$		$\alpha_o = 0{,}95$			
	$N = 10$	$N = 20$	$N = 10$	$N = 20$	$N = 10$
a_1	.2	.2	.3	.3	.4
α_1	.8	.6	.4	.1	.1
c	8	17	8	12	8
n	6	9	6	4	6
$a_{50\%}$	.26	.2	.26	.22	.26

$a_o = 0{,}08$		$\alpha_o = 0{,}9$
	$N = 10$	$N = 10$
a_1	:15	.25
α_1	.4	.1
c	8	5
n	13	5
$a_{50\%}$	.13	.15

$a_o = 0{,}08$		$\alpha_o = 0{,}95$		
	$N = 10$	$N = 20$	$N = 10$	$N = 20$
a_1	.15	.15	.25	.25
α_1	.6	.3	.1	.1
c	7	13	7	8
n	8	8	8	3
$a_{50\%}$	.16	.13	.16	.17

Bild 2: Einige spezielle Testcharakteristiken

mit kleinstem a_1 angibt (in dem Sinne, daß für $a_1' = a_1 - .1$ keine Testkurve mehr existiert).

Die numerischen Resultate quantifizieren insbesondere die Irrtumsmöglichkeiten bei der eingangs gestellten Frage, ob ein Lehrprogramm, dem (1) zugrunde liegt, für ein gegebenes Adressatenkollektiv zu lang ist. Angesichts der „Empfindlichkeit" der Wiederholungszahl bzgl. a sind die Tests (wenigstens für nicht zu große n) wenig trennscharf. Diese inhärente Schwierigkeit ist bei einer Entscheidung zu beachten.

$a_{50\%}$ ist der Wert von a, für den die Annahmewahrscheinlichkeit von H_o gerade 0,5 ist. Er sagt also etwas darüber aus, für welche Lernwahrscheinlichkeiten H_o eher angenommen bzw. abgelehnt wird.

c \ n	2	4	6	8	10	12
2	.10	0.00				
4	.44	.03				
6	.81	.44	.02			
8	.97/.24	.50	.10			
10	1 /.31	.81/.17	.35	.08		
12	1 /.38	.96/.22	.70	.32	.10	
14	1 /.47	1 /.27	.92/.19	.69	.38	.16
16	1	1 /.35	.99/.25	.93/.20	.77	.54
18	1	1	1 /.34	1 /.27	.98/.22	.91/.19
	$a_{50\%}$	$a_{50\%}$	$a_{50\%}$	$a_{50\%}$	$a_{50\%}$	$a_{50\%}$

Bild 3: Die Tabelle zeigt die Abhängigkeit zwischen dem Fehler 1. und 2. Art für $N = 20$ und verschiedene c, n. Die Zahl hinter dem Schrägstrich ist der 50%-Punkt, der ein „Maß" für den Fehler 2. Art ist. Die anderen Zahlen stellen die Testsicherheit $L_{c,n}(0{,}13)$ für den besprochenen Test mit $a_o = .13$ dar.

Schrifttum

Frank,H.: Die Formaldidaktik ALZUDI I, in: Formaldidaktiken, 1. Paderborner Werkstattgespräch, Schroedel, Hannover 1972 (Nachgedruckt in Meder/Schmid, Hrsg.: Kybernetische Pädagogik, Bd. 2, S. 465–471. Kohlhammer, Stuttgart, 1973)

Hilgers, R.: Ein Maß der Lernzeitnutzung bei Parallelschulung, in: GrKG 14/2, 1973, S. 67–71

Hilgers, R.: Zur Deduktion der Lernzeitformel aus dem diskreten Alzudi-Modell, in: GrKG 19/2, 1978, S. 33–43

Uhlmann,W.: Statistische Qualitätskontrolle, Teubner, Stuttgart, 1966

Eingegangen am 17. August 1978

Anschrift des Verfassers:

Dr. Dirk Simons, In der Kohldell 62, D-6670 St. Ingbert

Relative Sprachknappheit und Übersetzungsexzeß

von Helmar FRANK, Paderborn

aus dem FEoLL-Institut für Kybernetische Pädagogik (Direktor: Prof. Dr. Helmar Frank)

1. *Problemstellung*

Wird derselbe Sachverhalt in verschiedenen Sprachen formuliert, dann wird die Knappheit der Formulierung in der Regel nicht nur vom Autor sondern schon von der Sprache abhängen. Dabei kann im einfachsten Fall die Knappheit anhand der Textlänge N (gemessen in Schreibmaschinenanschlägen oder Druckzeichen) festgestellt werden: N ist ein mögliches Maß der *Unknappheit.* Wählt man eine bestimmte Sprache E als Bezugssprache aus, und ist die Länge eines repräsentativen Textes in dieser Sprache N_E, in A, einer anderen Sprache, N_A, dann ist ein erstes mögliches Maß für die relative Unknappheit (relative „Länglichkeit") dieser anderen Sprache

$$(1) \qquad l_A = N_A / N_E.$$

Dieses Maß ist in der Regel nur sinnvoll bei vergleichbarem benutztem Zeichenvorrat, z.B. dem lateinischen Alphabet. Denn offensichtlich wird die nach (1) gemessene Unknappheit bei Verwendung von Silben- oder gar Wortschriften erheblich verringert; in l_A geht also nicht nur die Sprache sondern auch ihre Schreibweise ein. Letzteres kann z.B. vermieden werden, indem man N durch die Länge des gesprochenen Textes in *Zeiteinheiten* oder *Phonemen* angibt.

In der Informationstheorie wird Knappheit als Komplement der Redundanz definiert (vgl. z.B. Frank, 1969, Abschn. 3.18), also durch

$$k = 1 - r = H / H_{max},$$

so daß bei Verwendung desselben Zeichenvorrats in beiden Sprachen die relative Knappheit definierbar wird durch

$$(2) \qquad k_A = H_A / H_E.$$

(Dabei bezeichnet H die mittlere Information pro Zeichen.)

An einem Beispiel soll im folgenden eine früher aufgestellte Vermutung (Frank, 1975) bestätigt werden, wonach die relative Knappheit zweier Sprachen, gemessen aufgrund von Übersetzungen zwischen diesen, systematisch von der Übersetzungsrichtung abhängt. Es wird ein Verfahren zur Eliminierung dieses Effekts vorgeschlagen.

2. *Ansatz*

Die empirisch gut bestätigte Zipf-Mandelbrot-Verteilung der Worthäufigkeiten ist theoretisch aus folgender Annahme abzuleiten: Eine geschichtlich gewachsene Sprache entwickelt sich so, daß die durchschnittliche Wortlänge bei konstantem mittleren Informationsgehalt der Wörter minimiert wird (vgl. Frank, 1969, Abschn. 3.29). Das ist ein Hinweis darauf, daß eine Eigentümlichkeit unseres Ausdrucksbedürfnisses (nämlich hier: dieselbe Information möglichst knapp mitzuteilen) auch eine geschichtlich gewachsene (nicht nur eine zweckmäßig geplante!) Sprache beeinflussen kann. Noch augenfälliger ist ein solcher Einfluß dort, wo bestimmte Fallunterscheidungen (z.B. zwischen verschiedenen Schneearten) in einem Sprachbereich (z.B. dem einer Eskimosprache) *häufig* in einem anderen (z.B. im Portugiesischen) nahezu *nie* getroffen werden: anstelle einer Kennzeichnungs des Unterschieds durch einen ihn ausdrückenden Relativsatz wird im Falle häufigen Gebrauchs ein eigenes Wort bevorzugt. Denkbedürfnisse — allgemeiner: Denkeigentümlichkeiten — wirken sich also auf die Sprachbeschaffenheit aus.

Umgekehrt beeinflußt auch die Sprache unsere Denkgewohnheiten: nicht nur der „Phrasendrescher" läßt sich von geläufigen Sprachmustern leiten — häufige Wörter und Wendungen drängen sich auch dem selbstkritisch Denkenden stets als erste auf, wenn es gilt, Beispiele, Vergleiche oder Metaphern zu formulieren; und wo ein konkreter, genauerer Ausdruck nicht umständlicher wirkt als die Formulierung eines allgemeinen Oberbegriffs, wird man letzteren zumindest nicht unter allen Umständen bevorzugen. Man wird also einer Tendenz folgen, mit erhöhter Wahrscheinlichkeit das zu denken, was in der Sprache, welche dieses Denken trägt, sich besonders bequem ausdrücken läßt.

Wenn also ein Text aus einer Sprache *A* getreu in die einheitliche Vergleichssprache E übersetzt wird, dann kann aufgrund der möglicherweise größeren Knappheit von E die Länge $N_E^ü$ des übersetzten Textes kleiner sein als die Länge N_A^o des Originaltextes. Übersetzt man aber umgekehrt einen in der Sprache E gedachten und verfaßten Text, der zufällig auch die Länge $N_E^o = N_E^ü$ haben möge, möglichst genau in die Sprache *A*, dann wird sich die Textlänge nicht nur wegen der geringeren Knappheit der Sprache *A* vergrößern, sondern darüber hinaus noch deshalb, weil die Sprache E den Inhalt beeinflußt hatte. Es wurde bevorzugt von dem gesprochen, was in E besonders kurz formulierbar ist, was also in *A* längere Ausdrucksweisen erfordert, und es wurden, wegen der problemlosen Ausdrückbarkeit, Spezialisierungen angesprochen, die unwesentlich sind und wegen der schwerfälligeren Formulierbarkeit in der Sprache *A* dort bei der Abfassung eines entsprechenden Originaltextes vermieden worden wären. Umgekeht entsprach auch der Inhalt des in der Originalsprache *A* abgefaßten Textes der für *A* spezifischen Denkweise, was zu einzelnen Länglichkeiten in der E-Übersetzung führt. Wegen dieses „Übersetzungsexzesses" (oder, von der anderen Seite betrachtet: wegen dieser sprachbedingten Denkabkürzung) gilt also (vgl. Bild 1)

$$\frac{N_A^o}{N_E^ü} < \frac{N_A^ü}{N_E^o} \quad (3)$$

(Frank, 1975). Der hinter dieser Ungleichung steckende Übersetzungsexzeß ist offenbar umso größer, je unterschiedlicher die Denkweisen sind, die mit den zu vergleichenden Sprachen verbunden sind. Wegen der Symmetrie der Unterschiedsrelation liegt es nahe vorauszusetzen, daß in der Zielsprache der Übersetzung in beiden Übersetzungs-

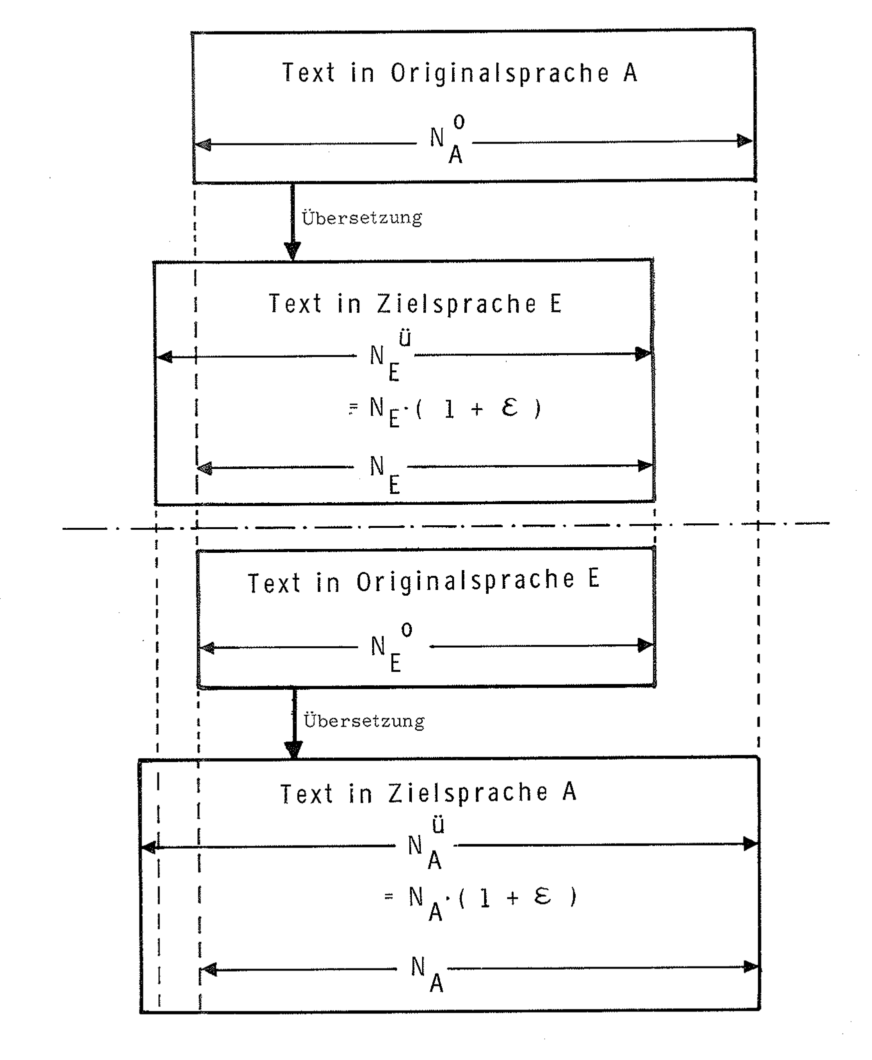


Bild 1: Zur Definition des Übersetzungsexzesses

richtungen jeweils der gleiche prozentuale Längenzuschlag durch diesen Unterschied bewirkt wird, also derselbe Faktor einzukalkulieren ist:

$$1 + \epsilon_{AE} = 1 + \epsilon_{EA} = 1 + \epsilon$$

Ungleichung (3) wird dadurch analysierbar zu

$$(4) \qquad \frac{N_A^{o}}{N_E^{ü}} = \frac{N_A}{N_E(1+\epsilon_{AE})} < \frac{N_A(1+\epsilon_{EA})}{N_E} = \frac{N_A^{ü}}{N_E^{o}}\,.$$

Aus (4) folgt:

$$(5) \qquad \frac{N_A^{ü}}{N_E^{o}} : \frac{N_A^{o}}{N_E^{ü}} = (1+\epsilon)^2$$

womit sich der Übersetzungsexzeß zwischen den beiden Sprachen A und E aus empirischen Daten ermitteln läßt:

$$(6) \qquad \epsilon_{EA} = \epsilon_{AE} = \sqrt{\frac{N_A^{ü}}{N_E^{o}} : \frac{N_A^{o}}{N_E^{ü}}} - 1$$

Das von der Übersetzungsrichtung unabhängige Längenverhältnis N_A/N_E ergibt sich wegen (4) als geometrischer Mittelwert der Meßergebnisse für die beiden Übersetzungsrichtungen:

$$(7) \qquad \frac{N_A}{N_E} = \sqrt{\frac{N_A}{N_E(1+\epsilon_{AE})} \cdot \frac{N_A(1+\epsilon_{EA})}{N_E}} = \sqrt{\frac{N_A^{o}}{N_E^{ü}} \cdot \frac{N_A^{ü}}{N_E^{o}}}$$

Man kann schließlich erwägen, einen Sachverhalt durch einen zweisprachigen Beobachter in beiden Sprachen gleich genau beschreiben zu lassen. Das Ergebnis des Textlängenvergleichs könnte ein Näherungswert von N_A/N_E sein – zumindest müßte es zwischen den in (3) verglichenen Quotienten liegen. –

Weltner (1966, 1967, 1970) konnte nachweisen, daß die auf die Textlänge bezogene Textinformation sehr gut mit dem Anteil C der bei einem Ratetest nicht vorhergesehenen Textzeichen korreliert, so daß durch Regressionsrechnung die Koeffizienten a, b der Beziehung

$$(8a) \qquad H = aC + b$$

gewonnen werden können, oder – da $C = F/N$ ist, wenn F die Zahl der falsch vorhergesagten Zeichen eines Textes der Länge N bezeichnet –:

$$(8b) \qquad i(\text{Text}) = H \cdot N = a \cdot F + b \cdot N.$$

Für die deutsche Sprache ist in diese „klassische Weltnerformel" (zur Diskussion über Weltners Abänderung derselben in Weltner, 1970, vgl. Frank, 1977) $a = 3{,}9$ und $b = -0{,}08$ einzusetzen; der Anwendbarkeitsbereich liegt zwischen $C = 0{,}1$ und $C = 0{,}5$.

Meist wird die Beziehung (8a, b) zur Bestimmung der didaktischen Transinformation oder der semantischen Information verwendet; dazu wird der Ratetest einmal *vor*, einmal *nach* einem Unterricht, bzw. einmal mit Laien, einmal mit Fachleuten durchgeführt; der zweite Test liefert jeweils die geringere Ratefehlerzahl und damit nach (8a, b) die geringere subjektive Information; der Unterschied

$$(9a) \qquad \Delta H = a \cdot \Delta C$$

bzw.

$$(9b) \qquad \Delta i = a \cdot \Delta F$$

kann als Transinformation des Unterrichts bzw. (im Grenzfall „Laie/Fachmann") als semantische Information des ihm zugrundeliegenden („Basal"-)Textes gedeutet werden.

Bei getreuer Übersetzung eines Textes zwischen den Sprachen A und B muß die semantische Information erhalten bleiben, d.h. es muß gelten:

$$(10) \qquad i_{sem} = a_A\, \Delta F_A = a_B\, \Delta F_B$$

womit ein einfaches Verfahren zur Bestimmung des Koeffizienten a_A für eine Sprache A gefunden ist, wenn dieser Koeffizient für die Sprache B schon gemessen ist:

$$(11) \qquad a_A = a_B \frac{\Delta F_B}{\Delta F_A}$$

Für die semantische Information pro Zeichen gilt wegen (10) in den beiden Vergleichssprachen:

$$H_{A,sem} \cdot N_A = H_{B,sem} \cdot N_B$$

also

$$(12) \qquad H_{A,sem}/H_{B,sem} = N_B/N_A$$

Werden beide Sprachen mit demselben Alphabet geschrieben, so daß $H_{A,max} = H_{E,max}$ gilt, und bezieht man die Definition (2) auf die *semantische* Information (was bei Berücksichtigung der kommunikativen Rolle der Sprache, die bei der Übersetzung als einzige ins Auge gefaßt werden darf, sinnvoll ist!), dann gilt wegen (12) für die relative Knappheit

$$k_A = H_A/H_E = N_E/N_A$$

also wegen (1)

$$(16) \qquad l_A \cdot k_A = 1.$$

3. *Ein empirisches Beispiel*

Ohne Berücksichtigung der Übersetzungsrichtung wurden schon verschiedentlich Textlängenverhältnisse ermittelt; z.B. erhielten wir (Frank, 1978) für die Bezugssprache E = ILo (Internacia Lingvo Esperanto) und die Vergleichssprachen Deutsch bzw. Englisch bzw. Französisch die Werte $N^{ü}_{Deutsch}/N^{o}_{E} = 1{,}22$, $N^{ü}_{Englisch}/N^{o}_{E} = 1{,}21$ und $N^{ü}_{Französisch}/N^{o}_{E} = 1{,}26$. Um einen ersten Anhaltspunkt über die Einflußstärke der Übersetzungsrichtung zu gewinnen, fertigte der Verfasser in ILo eine $N^{o}_{E} = 178$ Zeichen lange Bildbeschreibung an, die Professor Sylla Chaves (Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro) ins Portugiesische übersetzte; die Übersetzung war $N^{ü}_{port} = 218$ Zeichen lang. Sylla Chaves schrieb dann unmittelbar in Portugiesisch — ohne Rücksicht auf den ILo-Text — eine neue Beschreibung desselben Bildes; die Übersetzung dieses $N^{o}_{port} = 244$ Zeichen langen Textes in die ILo führte auf einen Text der Länge $N^{ü}_{E} = 206$ Zeichen. Die Beziehung (3) — also die Existenz eines Übersetzungsexzesses bzw. einer sprachspezifischen Denkabkürzung — wird also bestätigt:

$$\frac{N^{o}_{port}}{N^{ü}_{E}} = 1{,}184 < \frac{N^{ü}_{port}}{N^{o}_{E}} = 1{,}225$$

Nach (6) beträgt der Übersetzungsexzeß zwischen der portugiesischen und der Internationalen Sprache jeweils nur 1,7 % ($\epsilon = 0{,}017$). Die von diesem Exzeß gereinigte relative Unknappheit des Portugiesischen berechnet sich nach (7) zu $N_{port}/N_{E} = 1{,}204$. Wegen (16) ist also die relative semantische Knappheit des Portugiesischen bezüglich der Internacia Lingvo $k_{port} = 0{,}830 = 83\,\%$. —

Als Berufsübersetzer, der die Internacia Lingvo ungefähr gleichgut wie die portugiesische Sprache beherrscht und der schon vielfach in beiden Sprachen sowohl Fachtexte als auch Lyrik verfaßt bzw. solche Texte in beide Sprachen übersetzt hatte (vgl. Chaves, 1970), versuchte Sylla Chaves nunmehr erneut eine Beschreibung des Bildes zu erstellen, und zwar in den beiden Sprachen satzweise gleichzeitig. Es ergab sich das Längenverhältnis $N^{*}_{port}/N^{*}_{E} = 216/181 = 1{,}193$ — also, wie vorausgesagt, ein zwischen den Grenzen von (3) liegender Wert, der vom geometrischen Mittelwert (1,204) nur 1 % abweicht.

4. *Ausblick*

Für Signifikanzbetrachtungen ist die empirische Basis natürlich zu schmal. Bemerkenswert ist indessen, daß Übersetzungen aus der ILo auch ins Portugiesische (wie ins Deutsche, Englische und Französische) um mehr als 20 % länger werden, so daß eine Generalisierung $N_A/N_E \approx 1{,}2$ für alle westeuropäischen Nationalsprachen A naheliegt. Feinere Unterschiede können auch den Übersetzer kennzeichnen: wenn dieser nicht in seiner Muttersprache übersetzt, kann damit gerechnet werden, daß er nicht immer die kürzest mögliche Formulierung trifft, was l_A vergrößert.

Interessant dürfte bei einer Weiterführung der Untersuchung ein Vergleich der „Übersetzungsexzesse" verschiedener Sprachpaare sein. Wegen des Synthese-Charakters der ILo nimmt diese in vielfacher Hinsicht eine mittlere Position bei quantitativen Sprachvergleichen ein (vgl. z.B. Zerzwadse, Tschikoidse und Gatschetschiladse, 1962, und Brovović 1975). Aus diesem Grund ist von vorneherein schon zu erwarten, daß der Sprachexzeß zwischen der ILo und seiner Nationalsprache kleiner sein wird als in der Regel zwischen zwei Nationalsprachen. Wegen der außerordentlichen Anpassungsfähigkeit der ILo an die Ausdrucksweisen einzelner Nationalsprachen (Schulz, 1978, gibt dafür überzeugende Beispiele) wird aber darüber hinaus auch der verschiedentlich festgestellte ungewöhnlich geringe Informationsverlust bei Übersetzung in die ILo verständlich (von Décsy, 1973, S. 252 stammt der Vergleich mit einem „Kunststoff", der ja mit ebenfalls nur ungewöhnlich geringem Informationsverlust Plastiken aus verschiedenstem Material nachzubilden gestattet!). Dieser Tatbestand läßt erwarten, daß der Übersetzungsexzeß bei Übersetzung in die ILo nicht nur wegen der „mittleren Position der ILo im Raum der Sprachen", sondern noch aus einem weiteren Grunde klein ist, was aber nur vorstellbar ist, wenn man nicht an der Symmetrie von ϵ festhält, sondern unterstellt, daß zwar ϵ_{AE} einen bestimmten, von A abhängigen Wert hat, jedoch ϵ_{EA} unbestimmt ist. Das könnte damit begründet werden, daß die ILo als Synthesesprache zwar einerseits eigene Strukturmerkmale hat, welche das Denken in

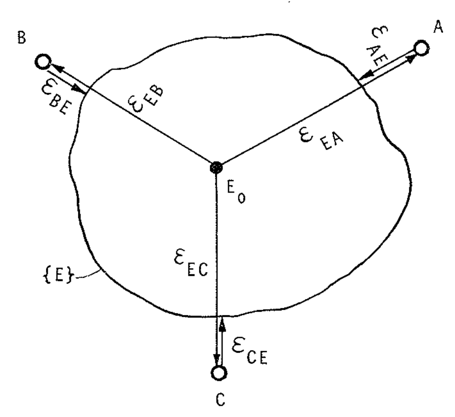


Bild 2: Zur Begründung der Unsymmetrie von ϵ_{EA}

eigentümlicher neuer Weise sprachtypisch abkürzen können, die ILo andererseits aber die in ihr zur Synthese zusammengeführten Nationalsprachen mehr oder weniger vollkommen abbildet und damit Übersetzungsexzesse minimiert. Die Nichtsymmetrie der Größe ϵ_{EA} wäre dann eine Folge des Umstands, daß die ILo nicht, wie in Abschnitt 2 für alle Sprachen vorausgesetzt, *eine* Denkweise sondern eine Mehrheit *alternativer* Denkweisen repräsentiert (Bild 2). Diese können mehr oder weniger verschieden sein von der Denkweise, die einer bestimmten Zielsprache einer Übersetzung entspricht. (Die Symmetrie $\epsilon_{AB} = \epsilon_{BA}$ dürfte also nicht vorschnell für zwei *Sprachen A,B* postu-

liert werden, sondern nur für zwei sprachlich manifeste Denkeigentümlichkeiten.) Mindestens die Internacia Lingvo wäre dann im Sprachraum durch eine Äquivalenzklasse sprachlicher Entsprechungen von Denkweisen repräsentiert, so daß auch zwei voneinander weit entfernte Sprachen A, B von dieser *Äquivalenzklasse* $\{E\}$ kleinen Abstand haben können. Sollte sich signifikant nachweisen lassen, daß $\epsilon_{AB} \neq \epsilon_{BA}$ auch für ein Paar A, B von Sprachen gilt, die beide von E verschieden sind, dann wäre dies nur die quantitative Konsequenz der phänomenologisch einsichtigen Tatsache, daß eine jede (zumindest jede größere) Nationalsprache eine Äquivalenzklasse sprachlicher Entsprechungen unterschiedlicher Denkeigentümlichkeiten sein kann. Zu erwarten ist dabei allerdings, daß diese Äquivalenzklassen erheblich kleineren Umfang haben, d.h. die sich in diesen Sprachen ausdrückenden Denkeigentümlichkeiten weit weniger streuen, als im Falle der ILo.

Schrifttum

Brozović, Dalibor: Pri Pozicio de Esperanto en Lingva Tipologio. In: Z. Tišljar, Hsg.: Internacia Lingvistika Simpozio, Zagreb, Internacia Kultura Servo, 1976, S. 33–71

Chaves, Sylla: Por um mundo melhor/Por pli bona mondo. Fundação Getulio Vargas/Instituto de Documentação, Rio de Janeiro, 1970

Décsy, Gyula: Die linguistische Struktur Europas. Otto Harrassowitz, Wiesbaden, 1973

Frank, Helmar: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Band 1, 2. Aufl., Agis Verlag, Baden-Baden, 1969

Frank, Helmar: Plansprachliche Dokumentation. Nachrichten für Dokumentation 26. Jg., Nr. 1, S. 1–38, 1975

Frank, Helmar: Die Lehrerfolgs- und Zeitbedarfsprognose mit dem β-η-Diagramm. GrKG 18/2, 1977, S. 45–56

Frank, Helmar: Lernaufwand und Lernerfolg bei konkurrierenden Wissenschaftssprachen. Eŭropa Dokumentaro 17/1978, S. 17–19

Schulz, Richard: Libero kaj limo. Klariga noto pri la esprimebleco en la Internacia Lingvo. Eŭropa Dokumentaro 20/1970 (im Druck)

Weltner, Klaus: Der Shannonsche Ratetest in der Praxis der Programmierten Instruktion. In: H. Frank, Hsg. Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht. Bd. 4, Klett, Stuttgart, und Oldenbourg, München, 1966, S. 40–53

Weltner, Klaus: Zur Bestimmung der subjektiven Information durch Ratetests. In: J. Schröder (Hsg.): Praxis und Perspektiven des programmierten Unterricht Bd. II. Schnelle, Quickborn, 1967, S. 69–74

Weltner, Klaus: Informationstheorie und Erziehungswissenschaft. Schnelle, Quickborn, 1970

Zerzwadse, G., Tschikoidse, G. und Gatschetschiladse, Th.: Die Anwendung der mathematischen Theorie der Wortbildung auf die georgische Sprache. GrKG 3, 1962, H. 4, S. 110–118

Die obige Studie entstand als Nebenergebnis einer Gasttätigkeit des Verfassers an der Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, im August/September 1978. Dieser gastgebenden Forschungsinstitution sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei an dieser Stelle für die Ermöglichung des Besuchs gedankt.

Eingegangen am 9. Oktober 1978

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. Helmar Frank, Rolandsgärten 2, D-4790 Paderborn

Zur Modellierung und Rechnersimulation des Lernens: ein Modellierungsversuch

von András GÁSPÁR und Lajos PÁLVÖLGYI, Budapest

In unserem Beitrag streben wir eine Modellierung von kybernetischen Grundlagen adaptiver Lernsysteme an. In der vorliegenden Arbeit führen wir unser zu diesem Zweck konstruiertes Modell vor, und später, in einem weiteren Beitrag, werden wir die charakteristischen Eigenschaften dieses Modells analysieren, die Ergebnisse der Simulation mit einem CDC 3300 Rechner veröffentlichen, sowie auf dieser Basis auch darauf hinweisen, welche Grundphänomene des Lernes in diesem Modell formal interpretierbar und prüfbar sind.

Einleitung: die Modellklasse $\mathcal{M}(E, O, G, A)$

Vielleicht stehen wir nicht allein mit jener unserer Meinung, daß die mathematischen Lerntheorien und -modelle von den auch heute schon vorhandenen und allgemein angewandten mathematischen Modellen in größerem Maß determiniert sind, als es eigentlich erwünscht wäre. Für die gegenwärtige Lage ist die bevorzugte Rolle bestimmter allgemein angewandter mathematischer Theorien charakteristisch, vor allem der Wahrscheinlichkeitstheorie. Das spiegelt sich eindeutig in vielen grundlegenden Werken der Fachliteratur wider. (S. z.B. Atkinson, 1964; Atkinson-Bower-Crothers, 1965; Bush-Estes, 1959; Bush-Mosteller, 1955; Levin-Burke, 1972; Luce-Bush-Galanter, 1965–67 u.a.)

Es ist möglich, daß dieses Phänomen anfangs der gesetzmäßige Weg der Entwicklung in fast allen Bereichen ist, wo mathematische Methoden angewandt werden. Man sollte sich aber auch dessen bewußt sein, daß grundsätzlich nicht die Methode den tatsächlichen Gegenstand der Forschung bestimmen soll, sondern umgekehrt, und darum sollte man immer anstreben, daß die angewandten allgemeinen mathematischen (und auch kybernetischen) Modelle das spezifische Gesicht der untersuchten Phänomene nicht verdecken. Und eben darum ist in einem solchermaßen eigenartigen Bereich, wie es der Bereich der adaptiven Lernsysteme ist, die Entwicklung spezieller Methoden und Modelle nötig, sowie die Anwendung nicht einfach nur der Mathematik (im Sinne eines Vorrats einsatzbereiter Verfahren), sondern überdies auch der allgemeinen mathematischen, kybernetischen, rechnerwissenschaftlichen und systemtheoretischen Betrachtungsweise.

Im Laufe unserer Arbeit erstreben wir also nicht unbedingt die Anwendung der traditionellen bzw. schon heute ausgearbeiteten und zur Verfügung stehenden mathematischen Basis und des kybernetischen Modellrepertoires um jeden Preis, sondern wir

suchen dort, wo es nötig ist, viel mehr die sich der objektiven Natur und der eigenartigen Struktur der analysierten Phänomene anpassenden Möglichkeiten der adäquaten Beschreibung. Wir möchten aber bereits hier in der Einleitung betonen, daß das im Aufsatz erläuterte Modell nur ein erster Versuch ist; und so ist es seine wichtigste Rolle, als „Übungsgelände" der Analyse und der Beweisführung sowie der Ausbildung der zur Modellierung nötigen speziellen Betrachtungsweise zu dienen. Im Laufe der weiteren Arbeit, im Prozeß der Modellierung, sollen viel bessere und präzisere Modelle dieses Modell offensichtlich ablösen, die die vorteilhaften Eigenschaften dieses Modells erhalten und weiterentwickeln, aber gleichzeitig dessen Unvollkommenheiten überwinden.

Wie es sich später zeigen wird, gehört unser Modell einer allgemeinen Modellklasse an, die man mit $\mathcal{M}(E,O,G,A)$ bezeichnen kann. Die zwischen den Klammern figuierenden E,O,G und A symbolisieren die grundlegenden strukturellen Komponenten dieses Modells, also die *E*reignis- und *O*perationsmenge, welche die möglichen Elemente des Inputs bzw. Outputs enthalten, einen *G*raphen und den *A*lgorithmus der inneren Funktion des Modells. Der vorgenannte Graph repräsentiert hier nicht die möglichen Modellzustände und deren Beziehungen, sondern gehört auch selbst zur Architektur des Modells, und so sind diese Modelle als eine Klasse der Netzmodelle betrachtbar. Unser Modell ist also z.B. mit allen Modellen vergleichbar, deren gemeinsamer Vorläufer die Neuronennetzmodelle von W.S. McCulloch und W. Pitts (1943) sind, aber in seiner derzeitigen abstrakten Form könnten wir es nur schwer als Neuronennetzmodell interpretieren. Da die vier aufgeführten wichtigsten Komponenten die Gesetzmäßigkeiten der Funktion von jedem einzelnen Modelltyp von $\mathcal{M}$ eindeutig bestimmen, und die verschiedenen möglichen und sinnvollen Spezifikationen von G und A verschiedene Modelltypen ins Leben rufen, ist eine sehr wichtige und aktuelle Forschungsaufgabe die möglicherweise systematische Aufdeckung der Eigenschaften der verschiedenen Modellvarianten dieser Modellklasse, und die Einordnung sowie die Wertung der in der Fachliteratur schon bekannten Modelle. Wir bemerken, daß man z.B. auch die Lernmatrix von K. Steinbuch (1961, sowie Frank, 1961; 1966; Steinbuch-Frank, 1961) als Spezialtyp von $\mathcal{M}$ interpretieren kann.

Eine der wichtigsten Eigenschaften der Modelle der genannten Modellklasse ist die Tatsache, daß sie das „Kybernetische" der inneren Funktion und Organisation der adaptiven Lernsysteme wahrzunehmen trachten. Nach unserer Meinung haben dafür die deterministischen Modelle von $\mathcal{M}$ prinzipiell größere Chancen, als die probabilistischen, z.B. das Perceptron von F. Rosenblatt (1962), und darum machen wir Versuche mit einem deterministischen Modell, und nicht mit einem probabilistischen. Im Hinblick auf Psychologie und Pädagogik ist die Frage: inwiefern können die Modelle die Einheit der Elemente, der Struktur und der (inneren bzw. äußeren) Funktion der adaptiven Lernsysteme widerspiegeln? Wenn dies in befriedigendem Maß gelingt, dann öffnet sich vielleicht der Weg zu einem Aufbau eines solchen Modellsystemes auf mehreren Ebenen, das auf den besten Modellen der Modellklasse $\mathcal{M}(E,O,G,A)$

HOMO KAJ INFORMO

Komuna resumaro de diverslingvaj sciencaj revuoj

Jaro 1978
Kajero 3

Partoprenas ĝis nun:

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft (GrKG), Schroedel, D-3 Hannover-Döhren, Postfach 260620 (F. R. Germanujo)

Lenguaje y Ciencias, Universidad Nacional de Trujillo (Peruo)

Revista de Pedagogia Cibernetica e Instruccion Programada Universidad Nacional de Trujillo (Peruo)

Sirkulare de Intal, E. Weferling, Jasper-Allee 72, D 33 Braunschweig, (F. R. Germanujo)

Cybernetica, Revue de l'Association International de Cybernétique, Place André Rijckmans, Namur (Belgujo)

Revista Brasileira de Teleducação, Avenida Erasmo Braga 227, grupo 310, BR-Rio de Janeiro (Brazilo)

Kybernetik und Bildung, Forschungs- und Entwicklungszentrum für objektivierte Lehr- und Lernverfahren, D-479 Paderborn, Pohlweg 55 (F. R. Germanujo)

Literatura Foiro
Norda redaktejo: Giorgio Silfer, P.L. 125, SF-74101 Iisalmi (Finnlando)

didakometry, Department of Educational and Psychological Research, School of Education, S-Malmö 23 (Svedujo)

Revista del Instituto de Cibernética de la Sociedad Cientifica Argentina, Av. Santa Fé 1145, RA-1059, Buenos Aires (Argentinio)

La pedagogia revuo, C/o Rektor Sonnabend D-3161 Dollbergen (F. R. Germanujo)

Significação, Revista Brasileira de Semiótica, São Paulo (Brasilo)

Acta Semiótica et Linguistica, São Paulo (Brazilo)

Eŭropa Dokumentaro, Red. G. Dignas, Postfach 1413, D–4790 Paderborn (F.R. Germanujo)

Revista Comunicações e Artes, Cidade Universitária, cep. 05508, São Paulo (Brazilo)

Revista Brasileira de Linguística, Red. Cidmar Teodoro Pais; Monica Recotr; Jürgen Heye; Cx. Postal 38.004, PUC, ZC-19, BR–20.000 Rio de Janeiro (Brazilo)

Caderno do Centro de Teologia e Ciencias Humanas, Red. Reitor Mons. Rubens Gondin Lóssio; Cesar Sales Giusti, Universidade Católica de Pernambuco, R. do Príncipe, 526, BR–50.000 Recife PE

Redakcio:
Institut für Kybernetik
S-rino B. Frank-Böhringer
D-479 Paderborn
Heiersmauer 71
F. R. Germanujo

La resumoj estas aŭtentikaj tekstoj skribitaj far la aŭtoroj de la koncernaj originalaj publikaĵoj diverslingvaj. Se mankas post la resumo sciigo pri tradukisto, la resumo estas originale verkita en internacia lingvo.

STEG, Doreen et. al.: Frühförderung durch Unterrichtstechnologie: Ein Bericht über ein Sechsjahresprojekt zur kognitiven Entwicklung (1970 - 1976) (Frua subtenado per instruteknologio: Raporto pri sesjara projekto rilate la kognitivan evoluon [1970 - 1976]) en: Kybernetik und Bildung III, 1977, pp. 93 - 99

Ni jen resumas la rezultojn de vertikalesploro komenciĝinta antaŭ 7 jaroj. La esploro okazis kun 15 infanoj el la malsupra tavolo.
La origina plano estis, evoluigi por infanoj 3- ĝis 5-jaraĝaj frulego- kaj parolprogramojn laŭ klerigteknologia bazo. Sekve ni intencis pluobservi tiujn infanojn en la baza lernejo por konstati postajn efikojn de la teknologie bazita fruinstruado sur lernejajn atingojn.
La procedo konsistis el ĉiutagaj ekzercoj ĉe komputor-asistaj „parolanta tajpilo" kaj „parolanta paĝo". Ni speciale observis la aŭdan kaj vidan perceptadojn, duarange litero- kaj vort-ekkonadon. Fine de tiu trifaza instruvojo la infanoj helpe de la lernitaj vortoj rakontis proprajn rakontojn, kiujn ni poste programigis por la instruiloj.
Komence kaj fine de ĉiu jaro en Early Childhood Center, poste fine de ĉiu unuopa lernejojaro ni testis la infanojn por ricevi datenojn pri ilia intelekta evoluo, ilia perceptokapablo kaj iliaj parol- kaj lego-kapabloj. Jen kelkaj el la iom signifaj ĝeneraligeblaj eltrovoj ĉe la infanoj el la malsupra tavolo:
1. Signifike pozitiva korelado ekzistas inter la tempo pasigita ĉe la instru-aŭtomato kaj la restad-daŭro en la Early Childhood Center unuflanke, kaj la plipostaj povumoj en matematiko, vort-ekkono kaj lego-kompreno.
2. Inter la ŝanĝiĝo de la inteligentec-kvociento kaj la lernkresko ne ekzistas signifika korelado.
3. Ankaŭ inter la inteligentec-kvociento kaj la atingita povumo ne ekzistas signifika korelado.
4. Tute sendepende de la komencaj inteligentec-testo kaj percepto-testo rilate ties rezultojn (la inteligentec-kvociento atingita en la antaŭtesto estis 71,8) tiuj infanoj atingis ĉe pli postaj lego- kaj matematiktestoj minimume sammulte kiel la mezumo de ilia aĝgrupo.

Adreso de la aŭtoro: prof-o d-ro D. Steg, 33rd and Market Streets, Philadelphia 19104, USA.
Esperanto-traduko: Goar Engeländer.

FRANK, Helmar: Die Lehrerfolgs- und Zeitbedarfsprognose mit dem ß-η-Diagramm (La anticipo de la instruefiko kaj de la tempobezono surbaze de la ß-η-diagramo) en: GrKG 18/2, 1977, pp. 45 - 56

La daŭro t de la instruado de instruaĵo dividite per ties informenhavo I estas nomata malkoncizeco ß de tiu instruado. Same kiel la efikanco η (t.e. la kvociento de la teorie minimuma instrutempo per la samsukcesa reala) ankaŭ ß dependas ne de la lernanto sed pli-malpli nur de la tipo de la instrusistemo (t.e. la instrumaniero kune kun la instruilo), se retrokuplado de la lernsistemo al la instrusistemo dum la leciono mankas aŭ ne gravas. Mezuri t, I, la laŭprocentan antaŭscion p_0, la laŭprocentan scion p_t atingitan dum la instruado, kaj la lernrapidecon C_V de la lernantoj ebligas elkalkuli la koordinatojn ß, η de la karakteriza punkto de la uzata instrusistemo en kartezia koordinatsistemo nomata ß-η-diagramo. Inverse el tia punkto kalkuleblas $t = \beta I$ kaj

$$p_t = 1 - (1 - p_0) \cdot e^{-C_V \beta \eta}$$

La kontribuo de la instrusistemo al la instruefiko dependas nur de la produto ßη. La klasika prelego havas pli-malpli la saman, malgrandan produton ßη kiel perkomputore programitaj instrusistemoj. La duoblan ßη havas *kaj* la tradicia klasinstruado, *kaj* aŭdvida, paralela instrumaŝino programita laŭ la t.n. v-t-didaktiko.

Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr. Helmar Frank, Rolandsgärten 2, D-4790 Paderborn.
Resumo originale verkita.

BRUNNSTEIN, Klaus: Semantische Netze im computer-gestützten Unterricht (Semantikaj retoj en komputor-subtenata instruado) en: Kybernetik und Bildung III, 1977, pp. 118 - 129

Post enkonduka pravigo, kial metodoj por la informhavigo en la komputor-subtenata instruado estas esplorataj, oni enkondukas la terminon „inform-retoj" (aŭ „semantikaj retoj") kaj komentas ĝin per diversaj ekzemploj. Sekvante oni klarigas, kiel surbaze de tiaj retoj oni povas ebligi naturlingvan komunikadon alpreninte sintaksajn regulojn., Estas pritraktata la propono de K. Haefner, kunligi informretojn kaj metododeponejojn. Poste oni diskutigas kelkajn rimarkojn pri prezento kaj uzo de statika kaj proceza scio. Fine estas atentigata pri la neceso de „moderna" informteorio, kiu klopodas harmoniigi sciojn de kibernetiko, informadiko kaj dokumentad-sciencoj inter si.

Adreso de la aŭtoro: prof-o d-ro K. Brunnstein, Schlüterstr. 66 - 72, D-2000 Hamburg 13.
Esperanto-traduko: Goar Engeländer.

KRAH, Wolfgang: Zum Wert redundanter Information (Pri la valoro de redunda informo) en: GrKG 18/2, 1977, pp. 57 - 60

Redunda informo estas valora por la adresato nur tiam, kiam la elspezo (1) por lia akiro estas pli malalta ol la elspezo (2) por atingi ĝin el memoro. Oni trovas kiel elspezodeterminajn faktorojn rilate (1): la elspezon de tempo, la elspezon de aktivecoj ĉe la akiro de la informo kaj la prezon de la informo. Rilate (2): Elspezon por la serĉado de la informo en la memoro, la elspezon de la transporto, la elspezon por la transformo de la informo en aliajn loko-tempajn, lingvajn kaj logikajn formojn. La praktika utilo de la mezuroj de tiuj ĉi partaj elspezoj estas montrita per diversaj ekzemploj. Pli detale oni pritraktas la problemon de la optimuma redundo de tekstoj direktitaj al specialaj legantoj.

Adreso de la aŭtoro: Dr. W. Kráh, Quakenbrücker Straße 10, D-4558 Bersenbrück.
Traduko en la Internacian Lingvon: Brigitte Frank-Böhringer.

PAWLOWSKI, Tadeusz: Kultur als System von Zeichen (Kulturo kiel sistemo de signoj) en: GrKG 18/1, 1977, pp. 12 - 18

Per la transmeto de semiotikaj terminoj kaj metodoj al la kampo de la kulturaj fenomenoj la reprezentantoj de la semiotika aliĝmaniero esperas gajni la sekvontajn avantaĝojn: 1. Tiel eblas egala pritrakto de ĉiuj kulturaj fenomenoj helpe de precizaj semiotikaj metodoj. - 2. Tio ebligas tiri science pravigitan limon, kiu disigas la kulturajn fenomenojn de la naturaj fenomenoj. - 3. Tio liveros sciencan teorion por la klarigo de kulturaj fenomenoj. Ĉu tiu ĉi espero estas pravigita? Ĉu la semiotika aliĝmaniero liveros la ekspektatajn rezultojn? La respondo devas esti „ne" klare kaj difinite. La ebleco de unueca teorio de kulturaj fenomenoj, kiuj estas konstruitaj helpe de semiotikaj metodoj, ankoraŭ estas en malproksima estonteco. Plie: estas eĉ malfacile antaŭvidi kiel atingi tiun celon. Kulturaj fenomenoj estas tro diversaj kaj komplikaj por esti malfermitaj por semiotikaj metodoj entute. Krom tio la plivastigita nocio de „signo", kiun oni akceptas en la semiotika aliĝmaniero, ne liveras taŭgan ilon por fari koherecon kaj science pravigitan disigon inter kulturo kaj naturo.

Adreso de la aŭtoro: prof-o d-ro T. Pawlowski, Wierzbowa 38w, 48, PL-90245 Lódź.
Traduko en la Internacian Lingvon: Brigitte Frank-Böhringer.

GACOND, Claude: Rousseau kaj montara civito, en: Literatura Foiro, kultura revuo, 1978, n-ro 49

Temas pri letero skribita en julio 1765 al Sinjoro d'Alembert fare de Jean-Jacques Rousseau migranta tra la Neŭŝatela Ĵuraso. Ŝajnas, ke li trovis en La Chaux-de-Fonds unikajn geografiajn kaj historiajn kondiĉojn, kiuj perfekte akordis kun lia klerisma penso.
Fakte tiuj montaranoj ŝajnas al la filozofo praktiki lian kredon; ili vivas en domoj „ĉiu el ili estanta la centro de la dependa bieno . . . samtempe proponas la kvieton de la retiriĝo kaj la agrablon de la societa vivo".
Feliĉe neniu profesia laboristo eniras tiun ĉi valon ĉar ĉiu per si mem prizorgas sian utilaron, kaj restas al ili tempo por fabriki diversspecajn objektojn, precipe horloĝojn, kiujn oni disvendas al la turistoj.
Ĉio estas farita sen instruistoj, nur laŭ la tradicio kaj la natura instinkto. Natura instinkto, kiu tamen ne brutigas ilin, harmonie kun la konvinkoj de Rousseau, ĉar ili legas librojn kaj estas sufiĉe kleraj.
Se Rousseau parolis pri „svisa Siberio", certe li pensis pri klerisma paradizo.

Adreso de la aŭtoro: Literatura Foiro, Norda redaktejo: G. Silfer, P.L. 125, SF-74101 Iisalmi

ATENTIGO POR LA AŬTOROJ

La leganto de via originala publikigaĵo memoros la postan tagon nur ankoraŭ parteton. La parteton, kiun vi taksas memorinda, formulu kiel vian resumon! Tiu-ĉi estu koncizaĵo de viaj novaj rezultoj - ne nur sciigo pri la problemoj solvitaj en la originala teksto ofte ne alirebla por la leganto!

La redakcio

beruhen wird, und im ganzen die komplexe Welt der Phänomene des Lernens auch für die Psychologie und Pädagogik angemessen widerspiegelt.

Die Grundidee des Modells

Unser Modell (im weiteren M) ist ein in diskreten Zeitpunkten $t = 0, 1, 2, \ldots$ funktionierender deterministischer Automat, dessen Input „Reize" und dessen Output „Operationen" bilden. M baut auf einem speziellen gerichteten Graphen (G) auf, dessen jeder einzelne Punkt in zwei Zuständen, in „aktiv" bzw. „passiv", sein kann. Wir nennen die Menge der in einem bestimmten Zeitpunkt t aktiven Punkte von G „Position", und bezeichnen diese mit P_t. Die Position wird von dem in M einlaufenden Reiz verändert, das heißt die „Aktivität" setzt sich gemäß der gerichteten Kanten von G in gewisse Nachbarpunkte fort. Zu allen Kanten von G gehören Informationen, die sich während der Funktion von M verändern, diese nennen wir „Spuren". Diese Spuren werden von der Wirkung der Veränderung der Position, das heißt von der Wirkung des Weiterflusses der Aktivität verändert, und sie beeinflussen wesentlich die spätere Funktion von M. Welche Punkte aber während der Fortsetzung des Reizes aktiv sein werden, das heißt: in welchen Bahnen von G die Aktivität weiterläuft, das hängt von der gleichzeitigen Wirkung zweier Faktoren ab: einerseits von der aktuellen Position der aktiven Punkte, genauer gesagt von den Spuren, die zu den in Punkten von P_t beginnenden Kanten gehören, und zusammen mit $S(P_t)$ bezeichnet werden, andererseits von der Fortsetzung des Inputs. Die aktuelle Position ist ein wichtiges Kennzeichen des augenblicklichen Zustandes von M, weil P_t immer vorschreibt, welche Spuren in der Bestimmung der aktuellen Fortsetzung der Ablaufbahn der Aktivität teilnehmen sollen. Wir bemerken, daß der Zustand des Modells im übrigen mit der Position und mit den Spuren zusammen kennzeichenbar ist.

Wodurch wird aber bestimmt, welche Steuerung in M in einem gegebenen Zeitpunkt entstehen soll, das heißt: welche Operationen bilden z.B. den Output von M? Einerseits die augenblickliche Position der aktiven Punkte (also dadurch die Reize der jüngsten Vergangenheit), andererseits die Spuren der aus diesen Punkten abgelaufenen Aktivitäten (also der sich hier abgespeicherte Teil der Vergangenheit von M). Im weiteren setzen wir voraus, daß M über die Durchführung seiner Operationen in allen Fällen eine Information, ein Rücksignal bekommt, das heißt für die Operationen außerdem, daß sie auf die Umgebung von M wirken und teilweise sie verändern, für M auch an und für sich als Input, besser gesagt als Teil des Inputs figurieren. (Diese Rückkopplung kann man auch als eine Art von Selbstreizen auffassen.) Zu der Fortsetzung eines Reizes addiert sich quasi der Selbstreiz, der von den durch den Anfang des Reizes ausgelösten Operationen verursacht wird. Im weiterem wirkt deren Superposition als gemeinsamer Reizprozeß. Also können in allen Zeitpunkten t des Reizprozesses einige Elemente der nichtleeren Union der „Ereignismenge" E und der „Operationsmenge" O eintreten. Theoretisch ist natürlich auch ein solcher Zeitpunkt vorstellbar, wo keinerlei Ereignis und keinerlei Operation eintritt. Als Illustration für das Gesagte betrachten wir folgendes Beispiel: Sei $E = \langle e_1, e_2 \rangle$ und $O = \langle o \rangle$. Nun, wenn

der Prozeß (e_1, e_1e_2, o) eintritt, dann tritt in $t = 1$ e_1, in $t = 2$ e_1 und e_2, und in $t = 3$ o ein, das heißt, diese werden in den gegebenen Zeitpunkten Input von M sein. Die Länge dieses Prozesses waren 3 Zeiteinheiten. Im allgemeinen wird die Länge eines Prozesses p mit $|p|$ bezeichnet.

Wie wir gesehen haben, wird die neue Position zum Zeitpunkt $t+1$ einerseits vom Zustand von M, genauer gesagt von P_t und $S(P_t)$, andererseits von der Fortsetzung des Inputs bestimmt. Nennen wir den Zustand von M und die Fortsetzung des Inputs zusammen „Situation". Die neue Position wird also von der in diesem Sinn aufgefaßten Situation bestimmt.

Die Zustandsveränderungen der Punkte, der Ablauf der Aktivität, die Spurveränderungen und die Bildung der Steuerung werden aber alle von den Kanten bestimmt, die von den Punkten von P_t ausgehen. In diesem Sinne kann man sagen, daß die Orte der im vorhergehenden aufgeführten Operationen in M von der Position adressiert werden. Mit Hilfe eines aus der Computerwissenschaft entliehenen Begriffes können wir über das automatische Adressieren durch die Position oder durch die Situation in M sprechen.

Das bisher Beschriebene wird vielleicht durch die folgende ausführlichere und präzisere Definition von M besser beleuchtet. Zur mathematischen Formulierung sind die Bestimmung der algebraischen Struktur der Spuren und der Reize als Prozesse, die konkrete Angabe des gerichteten Graphen, eine Reihe von weiteren Zeichensetzungen und der Algorithmus der inneren Funktion des Modells nötig. Da die bloße Bekanntgabe von deren Definitionen wahrscheinlich das Wesen verdecken würde, oder wenigstens das Verständnis sehr erschweren würde, haben wir im folgenden eine nichtformale Beschreibung gewählt, in deren Verlauf verschiedene Beispiele gezeigt werden, und führen die neueren Zeichensetzungen stufenweise ein, bzw. bauen sie aus, und definieren stufenweise je einen neueren Teil des Algorithmus.

Erste Einführung in das Modell

Zu unserem hier jetzt konkret untersuchten Modell wählen wir eine sehr einfache Graphstruktur: einen unendlichen gerichteten Graphen mit einer Quelle, also einen Baum. Wir bauen M also auf einen solchen Graphen G der Menge $E \cup O$ gemäß auf, und so wird der Graph eindeutig spezifiziert. Wenn z.B. $E \cup O = \langle e_1, e_2, o_1, o_2 \rangle$, dann sieht G gemäß Bild 1 aus.

Sei unabhängig von der Zeit die Zuordnung der Elemente von $E \cup O$ zu den Punkten von G, und bezeichnen wir die Menge der Punkte von G mit G_p. Sei weiterhin $n: G_p \times (E \cup O) \rightarrow G_p$, wo im Fall von $p \in G_p$ und $e_1, e_2 \in E \cup O$ (siehe Bild 2).

Es ist ersichtlich, daß der Punkt $n(p, e_2)$ der nächstfolgende von p in Richtung von e_2 ist. Gehöre ein in der Zeit sich veränderndes Zahlenpaar zu jeder einzelnen Kante des Graphen, und nennen wir dieses Zahlenpaar „Spur". Sei seine Form (a,b),

wo $a,b \in \langle 0, 1, 2, \ldots \rangle$. Wenn $\overrightarrow{pn}$ eine Kante von G ist, dann wird die zu dieser Kante gehörende Spur mit $s(p,n)$ bezeichnet. Sei $s(p,n)$ zum Zeitpunkt $t = 0$ $(0,0)$. Wir können diesen Anfangswert mit mathematischen Zeichen und mit gebräuchlichen Zeichensetzungen der Algorithmusbeschreibung (z.B. in ALGOL) in folgender Weise kurz festsetzen:

$$\forall\ p \in G_p\ \textbf{do}\ \forall\ e \in E \cup O\ \textbf{do}\ \ s(p, n(p,e)) := (0,0);$$

Diese Zeile war schon eine Einzelheit des die Funktion des Modells definierenden Algorithmus.

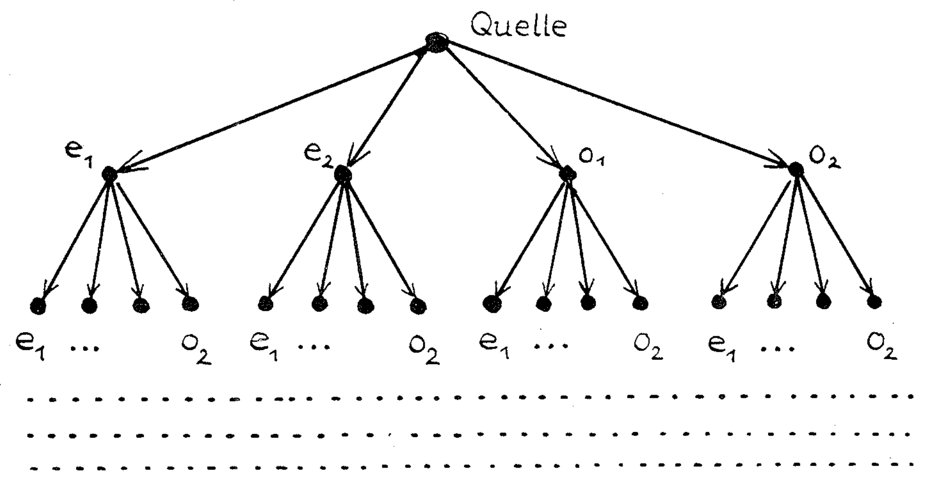


Bild 1

Wir nennen eine Menge „Mengenveränderliche", wenn ihre Elemente von einem Algorithmus verändert werden. Seien P_t und S_t sowie F_t und V_t solche Mengenveränderliche. P_t bezeichnet die Position, S_t die Spuren von allen Kanten von G im Zeitpunkt t.

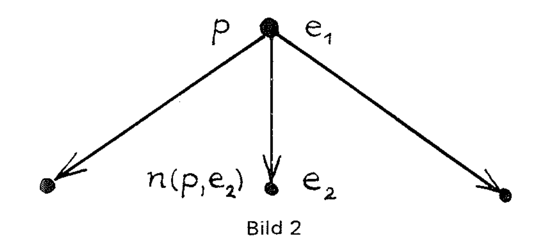


Bild 2

Die Bedeutung von F_t und V_t ist folgende: die Menge der nach dem Modell im Zeitpunkt t voraussichtlichen Ereignisse und Operationen wird mit V_t, und die Menge der tatsächlich erfolgenden mit F_t bezeichnet. Es ist bisher natürlich bloß eine Benennung, die eine genaue Bedeutung bzw. Definition erst bei der Angabe des Algorithmus

bekommen wird. Wir können aber den Inhalt dieser Bennennungen auch an einem Beispiel beleuchten. Sei $E = \langle e_1, e_2, e_3 \rangle$, $O = \emptyset$ und $(e_1, e_1, e_2, e_3,,,)$ der Reiz. Wir werden die Veränderung von P_t, V_t, F_t und später auch der Spuren schrittweise verfolgen. In Bild 3 werden immer nur die wichtigen Teile von G angegeben, wo $s \neq (0,0)$. Zuerst betrachten wir die Eigenschaften der Veränderung der Position in Bild 3. Die

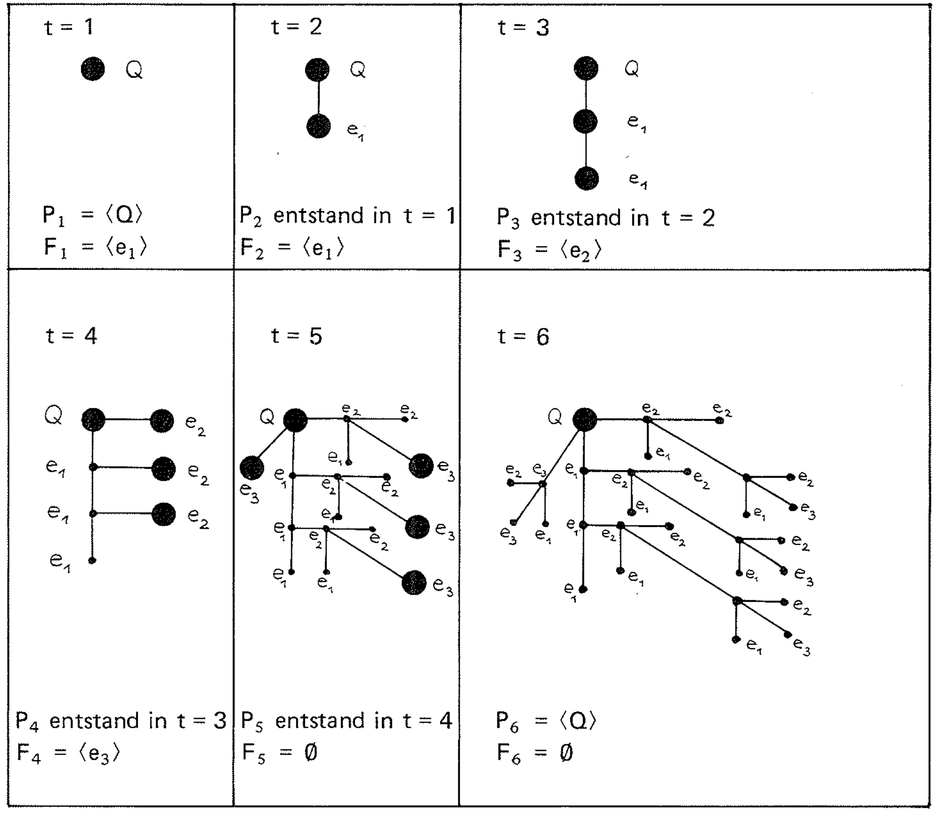


Bild 3: Die Veränderung der Position im Prozeß $e_1, e_1, e_2, e_3,,,$

Punkte von P_t werden mit einem größeren schwarzen Zeichen gekennzeichnet, der Algorithmus folgt gleich nach dem Bild. Bemerken wir den Zusammenhang von F_t mit dem Reiz!

Im Algorithmus bedeutet „**into** (,)" die Operation der Einordnung in eine Menge. Sei $T = \langle 0, 1, 2, \dots \rangle$. Die Beschreibung der Veränderung von P_t im Algorithmus von M ist mit diesen Zeichensetzungen folgende:


```
∀ t ∈ T   do   into (Q,P_t);
t := 0;
...
again: ∀ p ∈ P_t   do
         ∀ e ∈ F_t   do
           begin
             ...
             into (n(p,e), P_{t+1});
           end;
...
t := t + 1;
...
goto again;
```

Stellen wir uns der Anschaulichkeit zuliebe vor, daß diese Abbildungen einige Einzelbilder eines Filmstreifens wären. Stellen wir uns den Film, genauer den an der Abbildungsreihe sichtbaren Graphen, in seiner permanenten Umgestaltung vor. Was sehen wir? Wir sehen die Strömung und die Teilung der aktiven Punkte nach bestimmten Regeln, wir sehen, welche Punkte in je einem Augenblick sich aktivieren können, wir sehen die Vergrößerung der Zeichnung des Graphen. Diese Betrachtungsweise wird im weiteren sehr nötig sein. Zunächst geben wir aber weitere Einzelheiten des Algorithmus an. Die Einzelheiten werden sich in den die Funktion definierenden kompletten Algorithmus einbauen. Die neuen oder die veränderten Teile werden mit dickem marginalen Randstreifen bezeichnet. Zum Verständnis sind folgende Definitionen nötig: sei $(a,b) \oplus (c,d) = (a+c, b+d)$. Definieren wir weiterhin die im Algorithmus figuriende Funktion q folgendermaßen:

wenn $\sigma_e = (a,b)$ und $0 < v < 1$, dann

$$q(\sigma_e, v) = \begin{cases} \textit{true}, & \text{wenn } \dfrac{a}{a+b} > v, \\ \textit{false}, & \text{wenn } \dfrac{a}{a+b} \leqslant v, \text{ wo } \dfrac{0}{0} \doteq 0 \text{ bedeutet.} \end{cases}$$

Im Algorithmus wird v der Schwellenwert der Voraussichtlichkeit sein.

```
█ comment   1. Angaben der Anfangswerte;
  ∀ t ∈ T   do
    begin
█     V_t := F_t := ∅;
      P_t := ⟨Q⟩;
    end;
```

```
∀ p∈G_p  do
 ∀ e∈E∪O  do
     s(p, n(p,e)) := (0,0);
t := 0;
comment  Diese waren die Angaben der Anfangswerte;
...
comment  2. Veränderung der Position und der Spuren;
again: ∀ p∈P_t  do
       ∀ e∈F_t  do
          begin
            into (n(p,e), p_t+1);
            s(p, n(p,e)) := s(p, n(p,e)) ⊕ (1,0);
          end;
comment  Das war die Veränderung der Position und die „Verstärkung", oder mit
         einem anderen Wort die „positive" Veränderung der Spuren;
       ∀ p∈P_t  do
       ∀ e∉F_t  do
          if  e∈V_t  then  s(p, n(p,e)) := s(p, n(p,e)) ⊕ (0,1);
comment  Das war die „Enttäuschung", oder mit einem anderen Wort die „negative"
         Veränderung der Spuren;

comment  3. Prognose;
       ∀ e∈E∪O  do  Σ_e := (0,0);
       ∀ p∈P_t+1   do
       ∀ e∈E∪O  do
              Σ_e := Σ_e ⊕ s(p, n(p,e));
comment  Die „Häufigkeiten" wurden summiert;
       ∀ e∈E∪O  do  if  q(Σ_e,v)  then  into  (e, V_t+1);
comment  Es wurde bestimmt, was vorauszusetzen ist;
       ...
       t := t + 1;
       ....
goto again;
```

Betrachten wir unser früheres Beispiel dem Algorithmus gemäß, und stellen wir uns die Veränderungen auch am Filmstreifen vor! Sei $v = 0{,}40$. Mit Σ_{e_1}, Σ_{e_2} und Σ_{e_3} bezeichnen wir die Summe der Spuren, die zu den in Richtung auf die Ereignisse e_1, e_2 und e_3 laufenden Kanten gehören. (S. Bild 4/a–h!)

$t = 0$
$\uparrow(e_1, e_1, e_2, e_3, , ,)$
Alt: $F_t = \emptyset$, $V_t = \emptyset$, $P_t = \langle 1 \rangle$
Neu: $P_{t+1} = \langle 1 \rangle$, $\Sigma_{e_1} = (0,0)$, $\Sigma_{e_2} = (0,0)$, $\Sigma_{e_3} = (0,0)$, $V_{t+1} = \emptyset$
G: 1, Quelle

Bild 4/a

$t = 1$
$(e_1, e_1, e_2, e_3, , ,)$ (Pfeil unter dem ersten e_1)
Alt: $F_t = \langle e_1 \rangle$, $V_t = \emptyset$, $P_t = \langle 1 \rangle$
Neu: $P_{t+1} = \langle 1, 2 \rangle$, $\Sigma_{e_1} = (1,0)$, $\Sigma_{e_2} = (0,0)$, $\Sigma_{e_3} = (0,0)$, $V_{t+1} = \langle e_1 \rangle$
G: 1, Quelle — (1,0) — 2, e_1

Bild 4/b

$t = 2$
$(e_1, e_1, e_2, e_3, , ,)$ (Pfeil unter dem zweiten e_1)
Alt: $F_t = \langle e_1 \rangle$, $V_t = \langle e_1 \rangle$, $P_t = \langle 1, 2 \rangle$
Neu: $P_{t+1} = \langle 1, 2, 3 \rangle$, $\Sigma_{e_1} = (3,0)$, $\Sigma_{e_2} = (0,0)$, $\Sigma_{e_3} = (0,0)$, $V_{t+1} = \langle e_1 \rangle$
G: 1, Quelle — (2,0) — 2, e_1 — (1,0) — 3, e_1

Bild 4/c

Wir können sehen, daß sich die Erwartung verändert hat. „Programme" sind auf dem Graphen in Form von Spuren entstanden, die die Erwartung steuern. Wenn wir das Reizen nacheinander mehrmals wiederholen, können wir die in Bild 5 dargestellte Erfahrung machen.

Aus diesem vielleicht übermäßig vereinfachten Beispiel ist bereits soviel ersichtlich: was soll M erwarten, das M auch erwartet (was also wirklich zu erwarten ist), mit Ausnahme des ersten Experiments und des Anfangs des einzelnen Prozesses.

Stellen wir uns das folgende auch am „Filmstreifen" vor! Wir haben gesehen, wenn in einem Prozeß eine Pause ist, dann kommt die Ruheposition zustande. Nennen wir den Prozeß g kontinuierlich, wenn in g keine Pause ist, im Zeichen: $g \in K$. Nennen wir hier jetzt die Menge $P \subseteq G_p$ „Position", wenn $1 \in P$, im Zeichen: $P \in \mathcal{P}$. Das zu dem Punkt $q \in G_p$ gehörende Element von $E \cup O$ wird mit $e(q)$ bezeichnet. Also: $e(q) \in E \cup O$. Wie wir gesehen haben, besteht eine gewisse Ordnung in dem Graphen. In diesem Sinne ist der Graph halb geordnet. Sei $p, q \in G_p$, und $p < q$, wenn es möglich ist, von p bis q zu gelangen. Sei $\ddot{u}(q)$ das Überholte von q, und mit der $<$ Relation

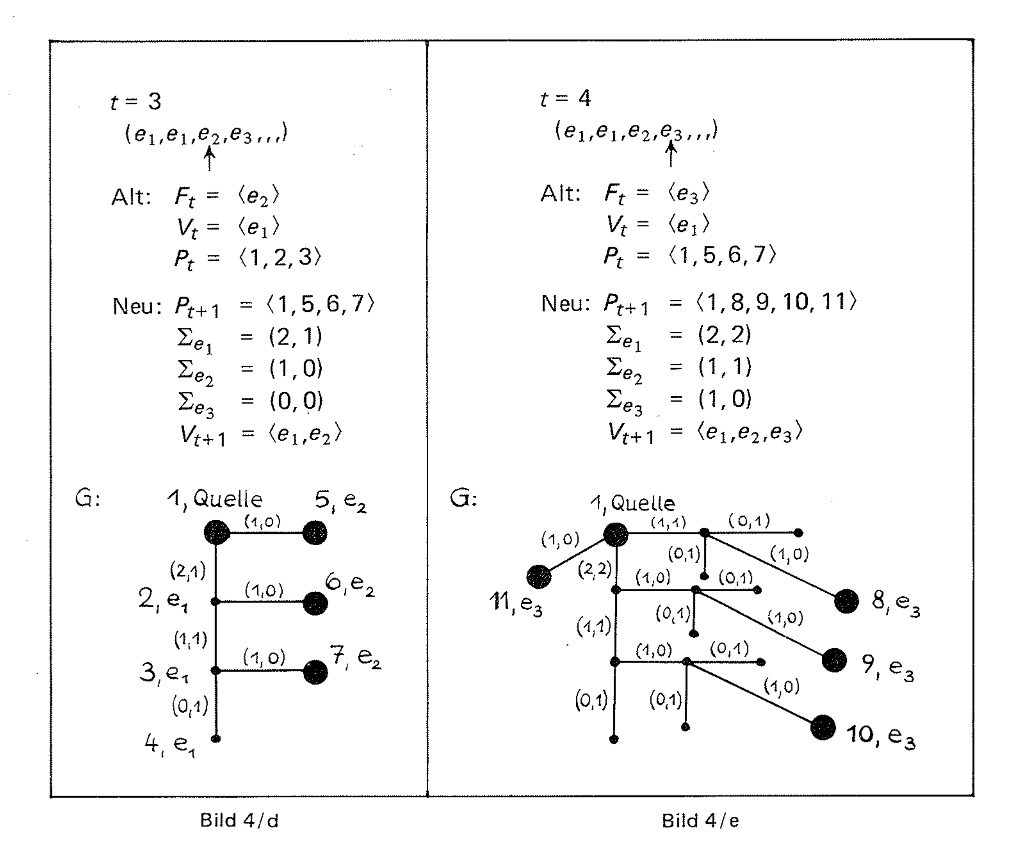


Bild 4/d Bild 4/e

bestimmt, und sei $\ddot{u}(1) \doteq 1$. Sei weiterhin $\ddot{U}(P) \doteq \langle\ \ddot{u}(p)\colon p \in P\ \rangle$, wenn $P \in \mathcal{P}$ und $P \neq \langle 1 \rangle$. Das ist das Überholte der Position P. Es ist beweisbar, daß das Überholte nicht nur das im Sinne des Graphen, sondern auch im Sinne des Algorithmus der Funktion von M Überholende ist. Wir können aber wegen der schon gesehenen Eigenschaft der Pause über das Überholte von $\langle 1 \rangle$ nichts aussagen.

Nennen wir die Position R „realistische Position", wenn sie aus der Ruheposition am Ende des Erfolgens eines Prozesses zustande kommen kann, im Zeichen: $R \in \mathcal{R}$. Zum Beispiel, wie wir gesehen haben, $P = \langle 1,2,3 \rangle \in \mathcal{R}$, weil $P = P_3$ im Teilprozeß (e_1, e_1) des Prozesses $(e_1, e_1, e_2, e_3,,,)$. Aber keineswegs sind die Positionen alle realistisch. Nehmen wir z.B. an, daß $P = \langle 1,3 \rangle \in \mathcal{R}$. Da würde $\ddot{U}(P) = \langle 1,2 \rangle$ sein. Wie ist aber P aus $\ddot{U}(P)$ zustandegekommen? Das Ereignis e_1 ist erfolgt, weil $e(3) = e_1$. Aber dann würde $P = \langle 1,2,3 \rangle$ sein. Es ist ein Widerspruch, also $P \notin \mathcal{R}$.

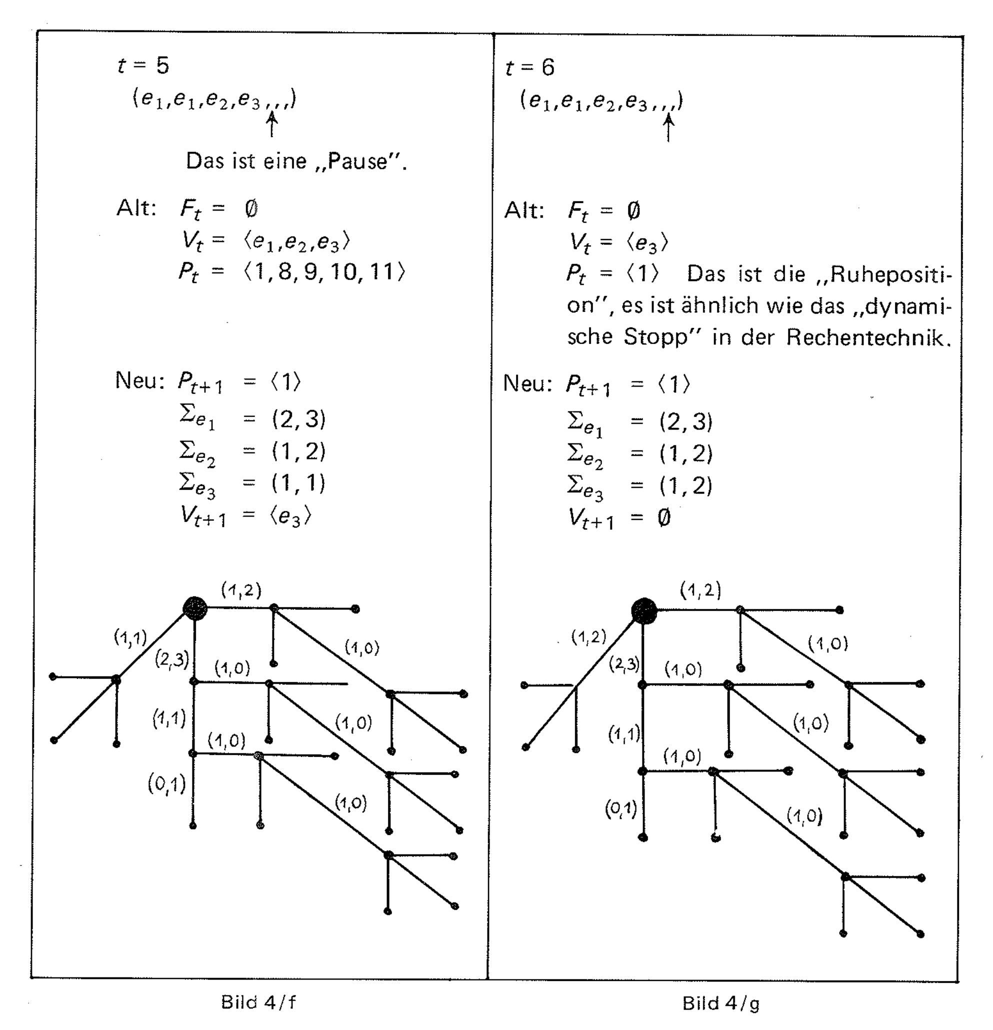


Bild 4/f Bild 4/g

Zusammenfassung und Ausblick

Gegenstand dieses Beitrages ist ein Lernmodell, das zu dem Zweck konstruiert wurde, die Möglichkeiten der nicht probabilistischen Modelle der Modellklasse $\mathcal{M}(E,O,G,A)$ zu demonstrieren. Das Modell wurde mit Hilfe von Beispielen definiert. In einer späteren Fortsetzung dieses Beitrages werden seine charakteristische Eigenschaften unter Anwendung der hier eingeführten Begriffe und Zeichensetzungen dargestellt und analysiert. Im weiteren sollte man auch den Algorithmus des Modells erweitern, weil die Operationen des Modells noch nicht im bisher gegebenen Algorithmus figurieren,

$t = 7$

$(e_1, e_1, e_2, e_3, , ,)$
$\uparrow$

Alt: $F_t = \emptyset$, $V_t = \emptyset$, $P_t = \langle 1 \rangle$ — Das ist der „Ruhezustand".

Neu: $P_{t+1} = \langle 1 \rangle$

$\Sigma_{e_1} =$, $\Sigma_{e_2} =$, $\Sigma_{e_3} =$ — Diese bleiben unverändert.

$V_{t+1} = \emptyset$

G: unverändert.

Bild 4/h

Der Prozeß:			e_1	e_1	e_2	e_3				
Die Erwartung	Nummer des Experiments	1.		e_1	e_1	$e_1 e_2$	$e_1 e_2 e_3$	e_3		
		2.		$e_1 e_2$	$e_1 e_2$	e_3		$e_1 e_3$	e_1	
		3.		$e_1 e_2$	$e_1 e_2$	e_3		$e_1 e_2 e_3$	$e_1 e_3$	
		4.		$e_1 e_2$	$e_1 e_2$	e_3		$e_1 e_3$	e_1	
		5.		$e_1 e_2$	$e_1 e_2$	e_3		$e_1 e_2 e_3$	$e_1 e_3$	

Bild 5

und ohnedies das Modell nur ein passives Lernsystem ist, das ohne eigene Wirkung nach außen nur seine innere Welt variiert, aber mit seiner Umwelt nicht durch eine Wechselwirkung verknüpft ist.

Schrifttum

Atkinson, R.C. (Ed.): Studies in mathematical psychology, Stanford University Press, Stanford, 1964

Atkinson, R.C./Bower, G.H./Crothers, E.J. (1965): An introduction to mathematical learning theory. New York, John Wiley and Sons, 1965

Arbib, M.A. (1972): The metaphorical brain. New York, Wiley-Interscience, 1972

Bush, R.R./Estes, W.K. (Ed): Studies in mathematical learning theory. Stanford University Press, Stanford, 1959

Bush, R.R./Mosteller, F. (1955): Stochastic models for learning. New York: John Wiley, 1955

Eckel, K. (1964–68): Zur Formalisierung von Lernbegriffen (I–V). GrGK 1964, Bd. 5, H. 3–4, S. 85–90; 1965, Bd. 6, H. 2, S. 33–44; 1966, Bd. 7, H. 1, S. 13–16 und H. 3, S. 73–78; 1968, Bd. 9, H. 3, S. 74–84

Frank, H. (1961): Die Lernmatrix als Modell für Informationspsychologie und Semantik. In: H. Billing (Hrsg.): Lernende Automaten, München, Oldenbourg, 1961, S. 101–108, Nachdruck in Meder/Schmid (Hrsg.), Kybernetische Pädagogik, Bd. 1, S. 57–64. Kohlhammer, Stuttgart, 1973

Frank, H. (1966): Pawlows bedingte Reflexe und Steinbuchs Lernmatrizen. In: H. Frank (Hrsg.): Kybernetik Brücke zwischen den Wissenschaften. Frankfurt am Main, Umschau Verlag, 6. Aufl., 1966, S. 125–135, Nachdruck in Meder/Schmid (Hrsg.), Kybernetische Pädagogik, Bd. 2, S. 259–271. Kohlhammer, Stuttgart, 1973

Gáspár, A. (1973): Egy „természetes számitási redszer" szimulációs modellezése és számitástudományi vonatkozásai. MTA Számitástechnikai és Automatizálási Kutaó Intézet, Tunualmányok, 1973, Bd. 12, S. 121–145

Gáspár, A./Pálvölgyi, L./Valló, A. (1975): A neurokibernetika, a modellezés néhány metodológiai-filozófiai problémája. ELTE Filozófiai Közlemények, 1975, Bd. 2, S. 145–185

Hilgard, E.R./Bower, G.H. (1966): Theories of learning. New York, Meredith Publishing Company, 1966

Itelson, L.B. (1965): Matematischeskoje modelirowanije w psichologii i w pedagogii. Waprosi Filosofii, 1965, H. 3, S. 58–68

Levin, G./Burke, C.J. (1972): Mathematical model techniques for learning theories. New York and London, Academic Press, 1972

Luce, R.D./Bush, R.R./Galanter, E. (Eds.): Handbook of mathematical psychology. New York, Wiley, Vols. 1–3, 1965–67

McCulloch, W.S./Pitts, W. (1943): A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bull. Math. Biophysics, 1943, Bd. 5, S. 115–133

Neural Networks. Proceedings of the School on Neural Networks June 1967 in Ravello. Ed. by E.R. Caianiello. Berlin-Heidelberg-New York, Springer Verlag, 1968

Pálvölgyi, L. (1975): A pedagógiai folyamatok modellezése. Bölcsészdoktori disszertáció, Budapest, ELTE, 1975

Pfaffelhuber, E. (1973): Mathematical learning models and neuronal networks. Journal theor. Biology, 1973, Bd. 40, S. 63–76

Rosenblatt, F. (1962): Principles of neurodynamics: perceptrons and theory of brain mechanisms. Spartan Books, Washington D.C., 1962

Steinbuch, K. (1961): Die Lernmatrix. Kybernetik, 1961, Bd. 1, H. 1, S. 36–45

Steinbuch, K./Frank, H. (1961): Die nichtdigitale Lernmatrizen als Perzeptoren. Kybernetik, 1961, Bd. 1, H. 3, S. 117–124

von Cube, F. (1970): Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens. Stuttgart, Klett, 3. Aufl. 1970

von Neumann, J. (1958): The computer and the brain. New Haven, Yale University Press, 1958

Eingegangen am 8. November 1978

Anschrift des Verfassers:

Dr. Lajos Pálvölgyi, Päd. Forschungsinstitut der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, H-1250 Budapest, Pf. 30, Ungarn

Bildungsökonomische Analyse zu verschiedenen Modellen des Früh-Fremdsprachunterrichts

von Günter LOBIN, Paderborn
aus dem FEoLL-Institut für Kybernetische Pädagogik, Paderborn (Direktor: Prof. Dr. Helmar Frank)

1. *Bemerkungen zum Früh-Fremdsprachunterricht*

Es hat bisher nicht an Versuchen im In- und Ausland gefehlt, Fremdsprachunterricht bereits vor dem 5. Schuljahr zu erteilen.

Als Früh-Fremdsprachunterricht wird einerseits der Unterricht in einer fremden Nationalsprache (insbesondere Englisch) und andererseits der Sprachorientierungsunterricht (z.B. nach dem Paderborner Modell) verstanden. (Eine vergleichende Gegenüberstellung findet sich bei B.S. Meder, 1977). Auch wenn in der Bundesrepublik Deutschland z.Z. offiziell nicht die Tendenz besteht, die vorhandenen Lehrinhalte der Primarstufe durch Aufnahme einer Fremdsprache zu erweitern, lohnt es sich dennoch — als Diskussionsgrundlage für künftige lehrplantheoretische Entscheidungen — auch ökonomische Überlegungen zum Früh-Fremdsprachunterricht anzustellen.

An zwei Modellen, nämlich einem freiwilligen und einem verpflichtenden Früh-Fremdsprachunterricht im 3. und 4. Schuljahr sollen die bildungsökonomischen Vor- und Nachteile im Hinblick auf den Englischunterricht im 5. und 6. Schuljahr am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland untersucht werden.

2. *Bildungsökonomische Betrachtung bei freiwilligem und verpflichtendem Früh-Fremdsprachunterricht*

2.1 *Statistische Daten und Annahmen für die beiden Modelle*

In Bild 1 ist die Zahl der Grund- und Hauptschulen, die Zahl der Schüler und der Klassen des 3. und 4. Schuljahres, die durchschnittliche Schülerzahl je Klasse für die Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1971 bis 1973 und 1975 sowie die im Mittel vorhandene Anzahl der Klassen im 3. und 4. Schuljahr pro Schule dargestellt.

Bei den folgenden Überlegungen wird davon ausgegangen, daß sowohl der Sprachorientierungsunterricht (SPOU) als auch der Frühenglischunterricht (FEU) im Umfang von $t_u = 2$ Wochenstunden im 3. und 4. Schuljahr erteilt wird. (Beim Braunschweiger Forschungsprojekt „Frühbeginn des Englischunterrichts" waren es im 3. Schuljahr 2 und im 4. Schuljahr 3 Wochenstunden — vgl. Doyé, Lüttge, 1977).

Nach Ergebnissen von Versuchen im Ausland (vgl. Szerdahelyi, 1970, Walter F. Walther, 1970), kann damit gerechnet werden, daß die Einsparung E_u(E/SPOU) im Bereich des Englischunterrichts (E) der Sekundarstufe I aufgrund des vorgangenen SPOU in der Primarstufe, den Zeitaufwand T_u(SPOU) für diesen mindestens kompensiert, also mindestens $E_u(\text{E/SPOU}) = T_u(\text{SPOU})$ gilt. (Auch wenn die zitierten Ergebnisse eine größere Zeitersparnis — also $E_u(\text{E/SPOU}) > T_u(\text{SPOU})$ — erwarten lassen, soll im folgenden nur mit einer genauen Kompensation gerechnet werden.)

Bezeichnung \ Jahr	1971	1972	1973	1975
Grund- u. Hauptschulen +	20 470	19 590	18 601	18 107
Schüler 3. Schuljahr	939 151	854 805	979 970	960 571
Schüler 4. Schuljahr	906 270	842 785	990 529	964 269
Klassen 3. Schuljahr	27 447	25 065	30 725	31 982
Klassen 4. Schuljahr	26 470	24 659	30 734	31 716
Schüler je Klasse	34	34	32	30
Klassen im 3. u. 4. Schuljahr pro Schule	1,32	1,27	1,65	1,77

Bild 1: Ausgewählte statistische Angaben zur Primarstufe in der Bundesrepublik Deutschland (+ Trennung in Grund- und Hauptschulen wird in der Statistik nicht vorgenommen)

Im Falle des FEU kann dagegen eine solche Kompensation nicht unterstellt werden, da hier nicht durch ein didaktisch gerechtfertigtes Lehrstoffmodell eine Reduktion der Lehrstoffinformation, sondern lediglich eine Vorkenntnis des Lehrstoffs selbst erreicht wird. Nach der Altersabhängigkeitskurve von Riedel (1967) kann bei Schülern des 3. und 4. Schuljahres mit einer durchschnittlichen Lerngeschwindigkeit von $C_{vP} = 0{,}37$ bit/sec., bei denen des 5. und 6. Schuljahres mit durchschnittlich $C_{vS} = 0{,}45$ bit/sec. gerechnet werden, so daß die ca. 160 Englischstunden (T_u(FEU)) in der Primarstufe einer Ersparnis von ca. 130 Unterrichtsstunden (E_u(E/FEU)) entsprechen:

$$E_u(\text{E/FEU}) = \frac{C_{vP}}{C_{vS}} \cdot T_u(\text{FEU}) \approx \frac{0{,}37}{0{,}45} \cdot 160$$

Das heißt, man könnte z.B. im 5. Schuljahr zwei und im 6. Schuljahr eine Englischstunde einsparen, wenn im 3. und 4. Schuljahr je zwei Wochenstunden Englisch unterrichtet würden.

Die erforderlichen Kosten bei einer allgemeinen Einführung sollen im folgenden für je zwei Annahmen ermittelt werden, nämlich

a) für den Fall eines *freiwilligen* Früh-Fremdsprachunterrichts und
b) für den Fall eines *allgemein verpflichtenden* Früh-Fremdsprachunterrichts.

2.2 *Die Kosten eines freiwilligen Früh-Fremdsprachunterrichts*

Beim freiwilligen Früh-Fremdsprachunterricht haben Erfahrungen mit dem SPOU in Paderborn ergeben, daß ungefähr bei p_{SCH} = 16% aller Schulen sich eine genügende Schülerzahl N_T für die Unterrichtsdurchführung meldet. Bei Unterrichtsbeginn nimmt etwa jeder 4. Schüler (p_T = 24%) des 3. Schuljahres dieser Schule am Unterricht teil.

Dies würde, wenn wir dieselben Verhältnisse für den hypothetischen FEU unterstellen, bedeuten, daß ein solcher Früh-Fremdsprachunterricht in beiden Fällen in 2976 Schulen (N_{SCH}) der Bundesrepublik Deutschland zu erwarten wäre, d.h. in jedem Kreis bzw. jeder kreisfreien Stadt etwa an 8 Schulen mit je einer Klasse von 13 Schülern (nach den Daten von 1973). Bei t_u = 2 Stunden Unterricht pro Woche und Klasse entfielen auf jeden Kreis 16 zu erteilende Wochenstunden.

Obwohl bei freiwilliger Teilnahme an *außerschulischem* Unterricht die Zahl der Schüler N_T von Halbjahr zu Halbjahr abnimmt (vgl. Lobin 1978), können wir hier unterstellen, daß die Zahl der Klassen (N_{Kl}) auch im 2. Kursjahr, also im 4. Schuljahr, erhalten bleibt, da wir den Fall einer möglichen künftigen Einführung als *Schulfach* untersuchen, zu dem sich der Schüler in der Regel nur für die ganze Kursdauer melden kann.

Da parallel zum 2. Kursjahr wieder neue Klassen des 3. Schuljahres unterrichtet werden, verdoppelt sich somit die wöchentlich in einem Kreis zu erteilende Unterrichtsstundenzahl auf 32. Für die Bundesrepublik Deutschland würde dieses zusätzlich max. 776 Lehrerstellen (N_L) voraussetzen, wenn pro Kreis zur Bewältigung der 32 Wochenstunden 2 Lehrkräfte eingesetzt werden. Dafür wären etwa 32 Mio. DM an Personalkosten (K_P) bei einem für 1977 geltenden Personalkostensatz für N.N.-Stellen der Besoldungsgruppe A 12 von k_P = 41 300,– DM jährlich anzusetzen.

Im Fall des SPOU nach dem Paderborner Modell wie für den entsprechend teilobjektivierten FEU, kämen noch die Kosten für Lehrprogramme (K_{LP}) und Lehrgeräte (K_{LG}) hinzu, die zusammen mit etwa 1,4 Mio. DM pro Jahr veranschlagt werden können, wenn jeder Lehrer ein Lehrgerät und einen Lehrprogrammsatz erhält. (In diesem Betrag sind enthalten: kalkulatorische Zinsen und Abschreibungen sowie Wartungskosten).

Sonstige Kosten (K_S) fallen an für Unterrichtsmaterialien, anteilige Verwaltungskosten etc. und würden sowohl beim SPOU als auch beim FEU mit etwa 0,6 Mio. DM pro Jahr zu veranschlagen sein (k_S = 100,– DM/Klasse jährlich).

Geht man davon aus, daß in beiden Fällen die Fachlehrer innerhalb des Kreisgebietes zu den jeweiligen Schulen reisen, dann kann der Unterricht in den beiden ersten und in den beiden letzten Vormittagsstunden stattfinden, während die 3. Stunde zur Vermeidung von Hohlstunden für nichtteilnehmende Schüler und für die erforderlichen Fahrten der Sprachlehrer zu anderen Schulen frei bleiben müßte. Für diese Fahrten würden etwa 6,2 Mio. DM im Jahr an Reisekosten (K_R) bei jeder der beiden Formen des Früh-Fremdsprachunterrichts zu berücksichtigen sein.

Die jährlichen Gesamtkosten K betragen nach den bisherigen Ausführungen

ohne Teilobjektivierung $K(\text{SPOU}) = K(\text{FEU}) = K_P + K_S + K_R$ = 38,8 Mio. DM,

mit Teilobjektierung $K^+(\text{SPOU}) = K^+(\text{FEU}) = K_P + K_{LP} + K_{LG} + K_S + K_R$ = 40,2 Mio. DM,

wenn bereits ausgebildete Fachkräfte für diesen Unterricht in der Primarstufe zur Verfügung stehen würden.

Da dies in der Regel nicht der Fall ist, muß die entsprechende Anzahl von Lehrkräften (N_L) auf diese Aufgabe vorbereitet werden. Bei der Abschätzung der Vorbereitungskosten (K_V) gehen wir davon aus, daß im Falle des SPOU nach dem Paderborner Modell ein Intensivkurs von einer Woche für die beteiligten Lehrer genügt. Wenn jeweils etwa 19–20 Lehrer an einem einwöchigen, gemeinsamen Vorbereitungskurs teilnehmen, kann die Ausbildungsphase der N_L = 776 Lehrer bei Einsatz *eines* Ausbilders in einem Jahr abgeschlossen werden. Für alle beteiligten Lehrer fielen Vertretungskosten (K_{VPL}) in Höhe von etwa 0,6 Mio. DM an. Zusammen mit der Vergütung (K_{VPA}) und den Reisekosten (K_{VRA}) für den Ausbilder und mit den Kosten für Kursmaterialien (K_{VS}) in Höhe von etwa 96 000 DM, ergeben sich Vorbereitungskosten von K_V = 0,7 Mio. DM. Geht man davon aus, daß die beteiligten Lehrer etwa 5 Jahre bereit sind, diesen „fliegenden Unterricht" durchzuführen, dann würden die hier einmalig anfallenden Vorbereitungskosten auf diesen Zeitraum verteilt ca. 0,14 Mio. DM pro Jahr betragen, so daß wir mit jährlichen Gesamtkosten von $K(\text{SPOU})$ = 38,9 Mio. DM bzw. $K^+(\text{SPOU})$ = 40,3 Mio. DM rechnen.

Im Falle des FEU wollen wir die gleichen Verhältnisse wie beim SPOU unterstellen, obwohl z.B. Doyé und Lüttge (1977) für ihr Projekt die Lehrer nur teilweise in besonderen Kursen darauf vorbereitet haben. Die Lehrkräfte waren zu 70% Absolventen von Pädagogischen Hochschulen (mit Englisch als Haupt- oder Nebenfach) und zu 30% autodidaktisch oder in Kursen vorbereitete Lehrkräfte. Offene Fragen wurden im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften während der Projektdurchführung geklärt.

Wir gehen davon aus, daß die Schüler, die Früh-Fremdsprachunterricht erhalten, nicht mit anderen Schülern zusammen im 5. und 6. Schuljahr in der Fremdsprache unterrichtet werden, sondern in eigenen Klassen weitergeführt und mit anderen Schülern frühestens vom 7. Schuljahr an zusammengeführt werden. Dies würde bedeuten, daß im 5. und 6. Schuljahr Schüler des SPOU statt 5 Englischstunden pro Woche nur 3 benötigen, Schüler des FEU im 5. Schuljahr 3 Stunden und im 6. Schuljahr 4 Stunden.

Im Falle des SPOU bedeutet dies eine Einsparung der zuvor auf der Primarstufe investierten Lehrerkapazität im Umfang von E_L(E/SPOU) = 776 Lehrern, im Falle des FEU von E_L(E/FEU) $\frac{3}{4} \cdot 776 = 582$ Lehrern. Da es sich um Lehrkräfte der Sekundarstufe I handelt, ist ein höherer Personalkostensatz (k_P) pro Lehrer im Jahr (k_P = 45 900,– DM für N.N.-Stelle Bes. Gr. A 13 – 1977) anzusetzen, woraus sich erhöhte einzusparende Kosten K_P(E/SPOU) von ca. 35,6 Mio. DM im Falle des SPOU und im Fall des vorausgegangenen FEU zu K_P(E/FEU) von ca. 26,7 Mio. DM errechnen lassen.

Insgesamt würde dies bei Einführung eines freiwilligen Früh-Fremdsprachunterrichts im Falle des SPOU Mehrausgaben von K^+(SPOU) – K_P(E/SPOU) = 4,7 Mio. DM/Jahr und im Falle des FEU von K^+(FEU) – K_P(E/FEU) = 13,4 Mio. DM/Jahr bedeuten. Da im Jahre 1975 pro Schüler an allgemeinbildenden Schulen ca. DM 3000,– aufgewendet wurden, betrugen die Gesamtausgaben für die Schüler des 3.–6. Schuljahres etwa 11,6 Mrd. DM. Die Mehrausgaben für den freiwilligen Früh-Fremdsprachunterricht würden im Falle des SPOU also nur etwa 0,4 Promille, im Falle des FEU etwa 1 Promille der Gesamtausgaben ausmachen.

2.3 *Die Kosten eines verpflichtenden Früh-Fremdsprachunterrichts*

Eine *verpflichtende* Verlängerung der wöchentlichen Unterrichtszeit um 2 Stunden wäre im Bereich der Grundschule z.Z. weder politisch durchsetzbar noch auch nur pädagogisch wünschenswert, so daß SPOU ebenso wie FEU nur auf Kosten bisheriger Schulfächer als Pflichtfach einführbar wäre. Diesen müßte daher auf der Sekundarstufe I ein Stundenäquivalent eingeräumt werden, auch wenn – zumindest beim SPOU – zweifellos eine Transferwirkung auf den muttersprachlichen Unterricht und den Sachkundeunterricht nicht ausgeschlossen werden kann.

Da der SPOU in den Bereich „Sprache" und wegen seiner europakundlichen Komponenten in den Bereich „Sachkunde" hineinragt, könnte vom muttersprachlichen und vom Sachunterricht wöchentlich je eine Stunde abgezweigt werden. Die Kompensation müßte in vollem Umfang im 5. und 6. Schuljahr erfolgen, d.h., in den dortigen Stundentafeln wäre je eine Stunde mehr für den Deutschunterricht und eine Stunde im Bereich Gesellschaftslehre oder im Fach Musik zuzufügen. Da der Englischunterricht im 5. und 6. Schuljahr denselben Leistungsstand mit 3 statt 5 Stunden wöchentlich erreichen würde, käme es zu keiner Mehrbelastung des Schülers.

Beim FEU dagegen ist ein Ausgleich schwieriger herzustellen, wenn in allen Fächern bis zum Ende des 6. Schuljahres die gleichen Ziele wie bisher erreicht werden sollen, denn im 6. Schuljahr würden dazu 4 Englischwochenstunden benötigt. Es müßte also die Stundentafel des 6. Schuljahres um 1 Stunde erweitert werden!

Insgesamt entstehen gegenüber dem heutigen Stand im Falle des *verpflichtenden* SPOU keine Veränderungen in den Personalkosten, da die Gesamtstundenzahl sowohl in der Primar- als auch in der Sekundarstufe dieselbe bliebe, während im Falle des FEU für die hinzukommende Stunde im 6. Schuljahr in der Bundesrepublik Deutschland Auf-

Jährlicher Zusatzaufwand bei FREIWILLIGEM

	Sprachorientierungsunterricht (SPOU)										Frühenglischunterricht (FEU)									
			Kosten in Mio. DM										Kosten in Mio. DM							
im	t_u	N_L	K_P	K_{LP}	K_{LG}	K_S	K_R	K_V	ΣK		t_u	N_L	K_P	K_{LP}	K_{LG}	K_S	K_R	K_V	ΣK	
3. Schuljahr 4. Schuljahr	2 2	776	32	(0,6)	(0,8)	0,6	6,2	0,14	38,9 bis 40,3		2 2	776	32	(0,6)	(0,8)	0,6	6,2	0,14	38,9 bis 40,3	
5. Schuljahr 6. Schuljahr	–2 –2	–776	–35,6	–	–	–	–	–	–35,6		–2 –1	–582	–26,7	–	–	–	–	–	–26,7	
			Zusatzaufwand						3,3 bis 4,7				Zusatzaufwand						12,2 bis 13,6	

Jährlicher Zusatzaufwand bei VERPFLICHTENDEM

	Sprachorientierungsunterricht (SPOU)										Frühenglischunterricht (FEU)									
			Kosten in Mio. DM										Kosten in Mio. DM							
im	t_u	N_L	K_P	K_{LP}	K_{LG}	K_S	K_R	K_V	ΣK		t_u	N_L	K_P	K_{LP}	K_{LG}	K_S	K_R	K_V	ΣK	
3. Schuljahr 4. Schuljahr	0 0	0 0	–	(14,8)	(19,5)	–	–	1,6	1,6 bis 35,9		0	0	–	(14,8)	(19,5)	–	–	1,6	1,6 bis 35,9	
5. Schuljahr 6. Schuljahr	0 0	0 0	–	–	–	–	–	–	–		0 1	0 1279	58	–	–	–	–	–	58	
			Zusatzaufwand						1,6 bis 35,9				Zusatzaufwand						59,6 bis 93,9	

Bild 2: Zusatzaufwand bei freiwilligem und bei verpflichtendem SPOU und FEU in der Bundesrepublik Deutschland

wendungen von ca. 58 Mio. DM für etwa 1279 zusätzliche Lehrkräfte erforderlich würden.

Für die Zusatzkurse von einwöchiger Dauer zur Ausbildung der insgesamt benötigten 18 601 Primarstufen-Sprachlehrer (je 1 Lehrer pro Schule) entstünden Vorbereitungskosten (K_V) von ca. 16 Mio. DM, die, auf 10 Jahre verteilt (mindeste durchschnittliche Lehrtätigkeit der beteiligten Fachkräfte) jährlich 1,6 Mio. DM betragen. Hinzu kämen für etwaige Teilobjektivierung noch jährliche Kosten für Lehrgeräte (K_{LG}) und Lehrprogramme (K_{LP}) von 34,3 Mio. DM, wenn jeder Schule ein Gerät und ein Lehrprogrammsatz zur Verfügung gestellt wird. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Lehrgeräte auch für Lehrprogramme im FEU oder anderen Unterrichtsfächern genutzt werden können.

In Bild 2 sind die Angaben für beide Modelle nochmals zusammenfassend dargestellt.

3. *Abschließende Bemerkungen*

Zusammenfassend zeigt sich, daß ein Frühfremdsprachunterricht als freiwilliges Zusatzfach durchaus bildungsökonomisch vertretbar und auch bildungsorganisatorisch durchführbar ist. Für den Sprachorientierungsunterricht gilt dies auch noch bei verpflichtender, allgemeiner Einführung. Auch aus übergeordneten europapolitischen Gesichtspunkten (vgl. ALEUS-Expertise 1978) ist dem Sprachorientierungsunterricht entschieden der Vorzug zu geben.

Schrifttum

ALEUS: Expertise zu Leitlinien einer liberalen europäischen Sprachpolitik, Paderborn, [2]1978

Doyé, P., Lüttge, D.: Untersuchungen zum Englischunterricht in der Grundschule. Braunschweig: Westermann, 1977

Lobin, G.: Zur Finanzierung eines freiwilligen Sprachunterrichts. In: Melezinek, A. (Hrsg.): Technische Medien im Sprachunterricht. Reihe: Unterrichtstechnologie/Mediendidaktik. Konstanz: Leuchtturm, 1978, S. 71–78

Meder, B.S.: Prolegomena zu einer kybernetisch orientierten Fremdsprachdidaktik. Paderborner Arbeitspapier Nr. 33. Institut für Kybernetische Pädagogik. Paderborn: FEoLL-GmbH, 1977

Riedel, H.: Psychostruktur. Quickborn: Schnelle, 1967

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Schulen der allgemeinen Ausbildung 1975. (Reihe 1.1.) Fachserie 11: Bildung und Kultur. Mainz: Kohlhammer, 1977

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): I. Allgemeinbildende Schulen. Reihe 10 – Bildungswesen. Fachserie A: Bevölkerung und Kultur. Mainz: Kohlhammer, 1971, 1972, 1973

Szerdahelyi, I.: La didaktika loko de la Internacia Lingvo en la sistemo de lernejaj studobjektoj. In: Internacia Pedagogia Revuo, Jarkolekto 1, N-ro o. Nürnberg: Pickel 1970

Walther, F. Walter: Esperanto, eine Sprache höchster Effizienz. Dokumente-Information, Nürnberg: Pickel, 1970

Eingegangen am 10. August 1978

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Päd. Günter Lobin, Pfälzer Weg 3, D-4790 Paderborn

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten, für die Aufnahme in die internationale Knapptextbeilage „Homo kaj Informo“ eine knappe, aber die wichtigsten neuen Ergebnisse des Beitrags für Fachleute verständlich wiedergebende Zusammenfassung (Umfang maximal 200 Wörter) in internationaler, notfalls deutscher Sprache beizufügen.

Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit soll angeführt werden.) Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a“, „b“ etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a“ etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden. Im übrigen wird auf die „Mindestgütekriterien für kybernetisch-pädagogische Originalarbeiten in deutscher Sprache“ (abgedruckt u. a. in „Kybernetik und Bildung I“, Verlagsgemeinschaft Schroedel/Schöningh, Hannover und Paderborn 1975) verwiesen, die von Schriftleitung und Herausgebern der Beurteilung der eingereichten Manuskripte sinngemäß zugrundegelegt werden.